

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

23.02.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2005年 2月16日
Date of Application:

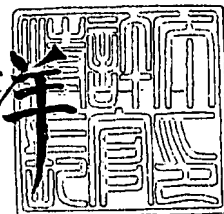
出願番号 特願2005-039447
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2005-039447]

出願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

2005年 3月31日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 2900760552
【提出日】 平成17年 2月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 7/26
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
 【氏名】 金澤 岳史
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内
 【氏名】 岡 直人
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 川原 豊樹
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 小林 広和
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100105050
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鷺田 公一
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2004- 43562
 【出願日】 平成16年 2月19日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041243
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9700376

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

パケットを含む無線信号を受信する受信手段と、
パケット転送の経路が切れたことを検出する検出手段と、
パケット転送の経路が切れた場合、前記パケットの宛先への経路探索要求をブロードキャスト送信すると共に、前記パケットの送信元に前記パケット転送の経路が切れたことを通知する送信手段と、
を具備することを特徴とするパケットルーティング装置。

【請求項 2】

受信した信号の内容を判断する制御手段と、
パケットの転送経路を探索する経路探索パケット処理手段と、
前記受信手段は、パケットを中継する装置より中継された前記パケットの宛先への経路探索要求、またはパケット転送の経路が切れたことにより前記パケットの送信元から送信された経路再構築の要求を含む無線信号を受信し、
前記制御手段は、パケットを中継する装置より中継された前記パケットの宛先への経路探索要求と、パケット転送の経路が切れたことにより前記パケットの送信元から送信された経路再構築の要求と区別し、
経路探索パケット処理手段は、パケットを中継する装置より中継された前記パケットの宛先への経路探索要求を受信した場合に、パケットの転送経路を探索し、
パケット転送の経路が切れたことにより前記パケットの送信元から送信された経路再構築の要求を受信した場合に、再構築するパケットの経路を探索することを特徴とする請求項 1 に記載のパケットルーティング装置。

【請求項 3】

パケットを含む無線信号を受信する受信手段と、
パケット転送の経路が切れたことを検出する検出手段と、
パケット転送の経路が切れた場合、前記パケットの宛先への経路探索要求を前記パケットの送信元が行ったように前記探索要求の内容を調整してブロードキャスト送信する送信手段と、
を具備することを特徴とするパケットルーティング装置。

【請求項 4】

複数の無線端末装置を経由して宛先の無線端末装置にパケットを送信するシステムにおいて、パケットを中継する無線端末装置が経路断を監視し、経路断を検出した無線端末装置が、パケットの宛先の無線端末装置に経路検索パケットを送信すると共に、送信元の無線端末装置に経路断を通知し、中継する無線端末装置は、経路検索パケットに従ってパケット転送の経路を再構築し、送信元の無線端末装置は、経路断の情報を受け取った場合に経路再構築を行うことを特徴とするパケットルーティング方法。

【請求項 5】

複数の無線端末装置を経由して宛先の無線端末装置にパケットを送信するシステムにおいて、パケットを中継する無線端末装置が経路断を監視し、経路断を検出した無線端末装置が、パケットの宛先の無線端末装置にパケットの宛先への経路探索要求をパケットの送信元が行ったように前記探索要求の内容を調整して経路検索パケットを送信し、経路検索パケットを受信した宛先の無線端末装置が経路断を検出した無線端末装置への応答を送信することにより、パケット転送の経路を修復することを特徴とするパケットルーティング方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】パケットルーティング方法及びパケットルーティング装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線端末が自在に移動可能な無線アドホックネットワークにおけるパケットルーティング方法及びパケットルーティング装置に関し、特に、経路を修復するパケットルーティング方法及びパケットルーティング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

自由に動き回る複数の無線端末同士が互いに通信を行うアドホックネットワーク上で無線パケット通信を行う技術として、IETF (Internet Engineering Task Force) のMANET (Mobile Adhoc NETWORKS) ワーキンググループで標準化中のAODV (Adhoc On-demand Distance Vector) ルーティングプロトコルがある。

【0003】

MANETでは、データパケットの発信元である送信元端末と、当該データパケットの送信先である宛先端末とが、距離の関係などにより直接通信できない場合であっても、送信元端末と宛先端末との間に存在する1又は複数の無線端末にデータパケットを中継させる。これにより、発信端末と宛先端末とが直接通信できなくても、送信元端末から宛先端末へのデータ転送を行うことができる。

【0004】

この送信元端末から宛先端末までの通信経路の構築を行うにあたり、MANETには大きく分けて2つの方法がある。1つは、アプリケーション等から通信要求が発生した場合にのみ通信経路を構築するAODVなどのオンデマンド型のルーティングプロトコルによる方法である。もう1つは、有線ネットワークにおけるルーティングプロトコルと同様に、定期的に経路構築のためのパケットを送出して、全ての端末への経路構築(更新)を行うOLSR (Optimized Link State Routing) などのテーブル駆動型のルーティングプロトコルである。

【0005】

オンデマンド型ルーティングプロトコルは、データ送信のたびに経路探索を行うため、個々の送信コストが高くなるものの、定期的に消費する通信帯域は発生しないので、他の端末に及ぼす影響や消費電力が小さく済む。一方、テーブル駆動型ルーティングプロトコルは、予め経路を構築しておくため、各端末がデータを送る頻度が高い場合には有利であるが、その経路構築(更新)のために定期的に通信帯域を消費してしまうので、無線媒体を共有するような場合、他のデータ送信中の端末に影響を及ぼす可能性が高くなる。

【0006】

このようなことから、バッテリーで駆動するような端末を用いてアドホックネットワークを構築する場合、オンデマンド型ルーティングプロトコルが一般的に用いられている。

【0007】

ところが、オンデマンド型のルーティングプロトコルを用いた無線アドホックネットワークにおいて、データパケットの中継中に、特定された通信経路上の無線端末が移動または電源を切るなどすると、データパケットを中継できなくなってしまう。このため、こうした場合には新たな通信経路を確保する必要がある。

【0008】

一般に、通信経路を確保する方法としては、通信経路構築のためのパケットをブロードキャスト送信し、その結果を各無線端末が受け取ることで通信経路を構築する方法が用いられる。上記のAODVプロトコルにおいては、図17～図22に示すように、通信経路の再構築が行われる。

【0009】

ここでは、図17に示すように、送信元端末20→中継端末13→中継端末16→中継端末18→宛先端末21という送信経路でデータパケットを送信していたとする。ここで

、宛先端末 21 が移動するなどしてデータパケットを中継できなくなった場合に、それを認識した中継端末 18 は、経路の更新が必要であると判断する。

【0010】

すなわち、中継端末 18 は、例えば電波受信レベルを監視し、それが一定のレベルを下回ると、宛先端末 21 との間における通信状態の悪化、すなわち、経路の切断を検出する。この宛先端末 21 への経路として中継端末 18 を使用している直前の端末（ここでは、中継端末 16）を検索し、この経路が使用できなくなったことを通知する経路エラーパケットを直前の端末に対して送信する。

【0011】

この経路エラーパケットを受信した端末は、さらに自端末を経路上に指定している直前の端末を検索し、該当する端末が存在すれば、その端末に対して経路エラーパケットを送信する。これを繰り返すことにより、送信元端末 20 まで経路エラーパケットが転送される。送信元端末 20 は、図 18 に示すように、もう一度、宛先端末 21 への経路探索パケットをフラッディングする。そして、図 19 に示すように、宛先端末 21 が経路応答パケットを送信元端末 20 に送信することにより、経路を再構築する。

【0012】

ところで、経路断を検出した中継端末 18 が、宛先端末 21 にある程度近い場合には、その経路の修復を中継端末 18 で行うことができる。この場合、図 20 に示すように、中継端末 18 は宛先端末 21 への経路を検索する経路検索パケットをフラッディングする。

【0013】

ただし、この経路検索パケットの広がる範囲は、パケットの送信元端末 20 まで届かないように計算されて調整される。この経路検索パケットを受信した各中継端末は、転送が許される限りフラッディングを繰り返し、最終的に宛先端末 21 に転送される。経路検索パケットを受信した宛先端末 21 は、図 21 に示すように、経路検索パケットを送信した中継端末 19 に対して経路応答パケットを送信し、中継端末 19 は受信した経路応答パケットを中継端末 18 に転送することにより、中継端末 18 から宛先端末 21 への経路が構築される。

【0014】

これにより、もともとは送信元端末 20 → 中継端末 13 → 中継端末 16 → 中継端末 18 → 宛先端末 21 であった経路が、送信元端末 20 → 中継端末 13 → 中継端末 16 → 中継端末 18 → 中継端末 19 → 宛先端末 21 と修復され、送信元-宛先間の通信が継続される。

【0015】

また、この場合、経路修復後の中継回数が経路修復前よりも増加しているため、図 22 に示すように、経路断を検出した場合の経路エラーパケットの送出と同様に、中継端末 18 は、送信元端末 20 に対して、修復した経路が修復前の経路よりも中継回数が増加したことを示す情報を経路エラーパケットに含めてフラッディングする。

【0016】

この経路エラーパケットを受信した送信元端末 20 は、修復された経路を継続して使用してもよいし、図 18 及び図 19 に示した経路検索パケットと経路応答パケットのやり取りで新たな経路を再構築してもよい。

【非特許文献 1】RFC 3561

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

しかしながら、上記の AODV プロトコルによる中継端末での経路修復の際、中継端末から宛先端末への経路検索パケットの送信後、ある一定時間、宛先端末からの経路応答パケットの到着を待つ。その時間内に経路応答パケットが到着しなかった場合、経路修復不可能と判断して、送信元端末に対して経路エラーパケットを送信するため、送信元端末への経路エラー通知が遅れ、送信元端末による宛先端末への経路再構築が行われるまでの時間が増加してしまう。

【0018】

また、一定時間内に、宛先端末から経路応答パケットを受信した場合でも、送信元端末から宛先端末への経路として、通信断を検出した中継端末を経由しないものが最適な経路であることも考えられる（図22の通信経路よりも図19の通信経路のほうが、中継回数が少ない）。さらに、修復された経路で送信元端末に対して経路エラーパケットを送信すると、修復された経路は修復前より中継回数が増加しているため、送信元端末への経路修復の通知が遅れ、送信元端末による宛先端末への最適な経路構築が行われるまでの時間が増加する。

【0019】

このように、上述した方法では、迅速な経路修復と最適な経路による通信の継続を同時に実現することが難しいという問題がある。

【0020】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、ネットワーク上で経路再構築を行うにあたって、中継断を検出した中継端末による宛先端末への経路修復と並行して送信元端末による宛先端末への経路再構築を行うことにより、迅速な経路修復と最適な経路による通信の継続を同時に実現するパケットルーティング方法及びパケットルーティング装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明のパケットルーティング装置は、パケットを含む無線信号を受信する受信手段と、パケット転送の経路が切れたことを検出する検出手段と、パケット転送の経路が切れた場合、前記パケットの宛先への経路探索要求をブロードキャスト送信し、また前記パケットの送信元に前記パケット転送の経路が切れたことを通知する送信手段と、を具備する構成を採る。

【0022】

この構成によれば、経路断を検出した中継端末が、宛先端末へ経路探索パケットを送信するとともに、送信元端末へ経路断を通知することにより、中継端末による迅速な宛先端末への経路修復ができるとともに、送信元端末による最適な経路の探索を開始するまでの時間を短縮できる。また、中継端末による宛先端末への経路修復が失敗した場合でも、送信元端末による宛先端末への経路探索を開始するまでの時間を短縮できる。

【0023】

本発明のパケットルーティング装置は、受信した信号の内容を判断する制御手段と、パケットの転送経路を探索する経路探索パケット処理手段と、前記受信手段は、パケットを中継する装置より中継された前記パケットの宛先への経路探索要求、またはパケット転送の経路が切れたことにより前記パケットの送信元から送信された経路再構築の要求を含む無線信号を受信し、前記制御手段は、パケットを中継する装置より中継された前記パケットの宛先への経路探索要求と、パケット転送の経路が切れたことにより前記パケットの送信元から送信された経路再構築の要求と区別し、経路探索パケット処理手段は、パケットを中継する装置より中継された前記パケットの宛先への経路探索要求を受信した場合に、パケットの転送経路を探索し、パケット転送の経路が切れたことにより前記パケットの送信元から送信された経路再構築の要求を受信した場合に、再構築するパケットの経路を探索する構成を採る。

【0024】

この構成によれば、経路破損箇所の下流側端末において、経路修復のためのルートと経路再構築のためのルートを識別して経路応答することにより、同一の送信元端末からの異なる経路要求を同時に受信しても、複数の経路を同時に構築することができる。

【0025】

本発明のパケットルーティング装置は、パケットを含む無線信号を受信する受信手段と、パケット転送の経路が切れたことを検出する検出手段と、パケット転送の経路が切れた場合、前記パケットの宛先への経路探索要求を前記パケットの送信元が行ったように前記

検索要求の内容を調整してブロードキャスト送信する送信手段と、を具備する構成を採る。

【0026】

この構成によれば、宛先の無線端末装置は、受信した経路検索要求に基づいて、経路検索要求を送信した無線端末装置を経由すれば送信元の無線端末装置にパケットが届くことになるので、宛先の無線端末装置から送信元の無線端末装置への経路を迅速に修復することができる。

【0027】

本発明のパケットルーティング方法は、複数の無線端末装置を経由して宛先の無線端末装置にパケットを送信するシステムにおいて、パケットを中継する無線端末装置が経路断を監視し、経路断を検出した無線端末装置が、パケットの宛先の無線端末装置に経路検索パケットを送信するとともに、送信元の無線端末装置に経路断を通知し、中継する無線端末装置は、経路検索パケットに従ってパケット伝送の経路を再構築し、送信元の無線端末装置は、経路断の情報を受け取った場合に経路再構築を行うようにした。

【0028】

この方法によれば、経路断を検出した中継端末が、宛先端末へ経路検索パケットを送信するとともに、送信元端末へ経路断を通知することにより、中継端末による迅速な宛先端末への経路修復ができるとともに、送信元端末による最適な経路の検索を開始するまでの時間を短縮できる。また、中継端末による宛先端末への経路修復が失敗した場合でも、送信元端末による宛先端末への経路検索を開始するまでの時間を短縮できる。

【0029】

本発明のパケットルーティング方法は、複数の無線端末装置を経由して宛先の無線端末装置にパケットを送信するシステムにおいて、パケットを中継する無線端末装置が経路断を監視し、経路断を検出した無線端末装置が、パケットの宛先の無線端末装置にパケットの宛先への経路探索要求をパケットの送信元が行ったように前記検索要求の内容を調整して経路検索パケットを送信し、経路検索パケットを受信した宛先の無線端末装置が経路断を検出した無線端末装置への応答を送信することにより、パケット転送の経路を修復するようにした。

【0030】

この方法によれば、宛先の無線端末装置は、受信した経路検索パケットに基づいて、経路検索パケットを送信した無線端末装置を経由すれば送信元の無線端末装置にパケットを送信可能であると認識することになるので、宛先の無線端末装置から送信元の無線端末装置への経路を迅速に修復することができる。

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、経路断を検出した中継端末が、宛先端末へ経路検索パケットを送信するとともに、送信元端末へ経路断を通知することにより、中継端末による迅速な宛先端末への経路を修復することができると共に、送信元端末による最適な経路の検索を開始するまでの時間を短縮することができる。また、中継端末による宛先端末への経路修復が失敗した場合でも、送信元端末による宛先端末への経路検索を開始するまでの時間を短縮することができる。これにより、迅速な経路修復と最適な経路による通信の継続を同時に実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0033】

(一実施の形態)

図1は、本発明の一実施の形態に係る無線アドホック端末100の構成を示すブロック図である。この図において、送受信アンテナ101で受信されたパケットデータを含む無線信号は、サーキュレータ102を介して無線受信部103に入力される。また、無線送

信部104から出力された信号は、サーキュレータ102を介して送受信アンテナ101から放射される。

【0034】

無線受信部103は、サーキュレータ102から入力された無線信号を復調処理し、復調処理した信号を制御部105に出力する。また、入力された無線信号の電界強度などを監視し、電界強度の低下を検出すると、パケットを直接伝送している端末との通信が切断されたと判断する。通信断の検出は制御部105に通知される。

【0035】

無線送信部104は、制御部105から出力された信号を変調処理し、変調処理した信号をサーキュレータ102に出力する。

【0036】

制御部105は、アドホックネットワークが切断された場合、宛先端末に経路検索パケットを送信する経路修復の処理とともに、送信元端末に経路断を通知する経路再構築処理を行う。

【0037】

経路エラーパケット処理部111は、経路が切断された場合に、経路エラーパケットを送信する制御を行う。データ発信パケット処理部112は、制御部105を介してルーティング上位部117から受信したデータ発信パケットの受信処理を行う。

【0038】

経路応答パケット処理部113は、経路応答パケットを中継するか否かを判定して経路応答の処理を行う。データ中継パケット処理部114は、経路修復キャッシュ116を参照し、既に記憶されている中継端末が存在するかどうかを確認し、パケットを伝送する中継端末の数が所定の数以上か未満かを判断し、経路設定の処理を行う。

【0039】

経路検索パケット処理部115は、経路検索パケットの処理を行う。経路修復キャッシュ116は、中継端末から送信された経路修復のための経路検索パケットの内容を記憶する。ルーティング上位部117は、上位プロトコルでの処理を行う。

【0040】

次に、上述した構成を有する無線アドホック端末の制御処理について図2を用いて説明する。図2において、ステップ（以下、「ST」と省略する）501では、制御部105において無線受信部103から通信断の通知を受けたか否かを判定し、通信断の通知を受けた（Yes）と判定された場合、ST502に移行し、通信断の通知を受けていない（No）と判定された場合、ST504に移行する。

【0041】

ST502では、通信断となった相手側端末とパケットを直接伝送する宛先端末の識別情報が経路キャッシュ116に存在するか否かを検索し、宛先端末の識別情報が存在すれば（Yes）、ST503に移行し、宛先端末の識別情報が存在しなければ（No）、制御処理を終了する。

【0042】

ST503では、ST502において経路キャッシュ116に存在するとして検索された宛先端末に対応するエントリを全て削除し、制御処理を終了する。

【0043】

ST504では、制御部105が無線受信部103からパケットを受信したか否かを判定し、パケットを受信したら（Yes）、ST505に移行し、パケットを受信しなければ（No）、ST514に移行する。

【0044】

ST505では、制御部105において、受信したパケットが経路エラーパケットであるか否かが判定され、経路エラーパケットであれば（Yes）、ST509に移行し、経路エラーパケットでなければ（No）、ST506に移行する。

【0045】

ST506では、制御部105において、受信したパケットが経路検索パケットであるか否かが判定され、経路検索パケットであれば(Yes)、ST510に移行し、経路検索パケットでなければ(No)、ST507に移行する。

【0046】

ST507では、制御部105において、受信したパケットが経路応答パケットであるか否かが判定され、経路応答パケットであれば(Yes)、ST511に移行し、経路応答パケットでなければ(No)、ST508に移行する。

【0047】

ST508では、制御部105において、受信したパケットがデータ発信パケットであるか否かが判定され、データ発信パケットであれば(Yes)、ST512に移行し、データ発信パケットでなければ(No)、ST513に移行する。

【0048】

ST509では、経路エラーパケット処理部111において、経路エラーパケットの受信処理が行われ、制御処理を終了する。

【0049】

ST510では、経路検索パケット処理部115において、経路検索パケットの受信処理が行われ、制御処理を終了する。

【0050】

ST511では、経路応答パケット処理部113において、経路応答パケットの受信処理が行われ、制御処理を終了する。

【0051】

ST512では、データ発信パケット処理部112において、データ発信パケットの受信処理が行われ、制御処理を終了する。

【0052】

ST513では、データ中継パケット処理部114において、データ中継パケットの受信処理が行われ、制御処理を終了する。

【0053】

なお、ST509の経路エラーパケット受信処理、ST510の経路検索パケット受信処理、ST511の経路応答パケット受信処理、ST512のデータ発信パケット受信処理、及び、ST513のデータ中継パケット受信処理の詳細については後述する。

【0054】

ST514では、制御部105が経路キャッシュ116内に期限が満了したエントリがあるか否かを検索し、期限が満了したエントリがある場合(Yes)、ST515において、該当するエントリを経路キャッシュ116から削除し、制御処理を終了する。また、期限が満了したエントリがない場合(No)、制御処理を終了する。

【0055】

ここで、上述した無線アドホック端末を利用したネットワークを図3に示し、送信元端末210から宛先端末211まで中継端末203、206、208を中継してデータパケットが送信されている場合を考える。

【0056】

この場合、それぞれの端末が保持する情報として、送信元端末210は宛先端末211側の直接伝送を行う端末を識別する識別情報(ここでは、中継端末203の識別情報)を保持し、各中継端末203、206、208は、宛先端末211側及び送信元端末210側の直接伝送を行う識別情報を保持する。具体的には、中継端末203は中継端末206及び送信元端末210の識別情報を、中継端末206は中継端末208及び203の識別情報を、中継端末208は宛先端末211及び中継端末206の識別情報をそれぞれ保持する。また、宛先端末211は送信元端末210側の直接伝送を行う端末の識別情報(ここでは、中継端末208の識別情報)を保持する。

【0057】

次に、データパケット送信中において、図4に示すように、宛先端末211の移動など

により、中継端末 208 の無線受信部 103 が宛先端末 211 の電界強度の低下を検出し、制御部 105 に対して宛先端末 211 との経路断を通知する。

【0058】

経路断の通知を受けた制御部 105 では（図 2 の ST501）、通知された端末を次の中継端末として利用する宛先端末が自端末の経路キャッシュ 116 内に存在するかどうか検索し（ST502）、存在するならば、該当する宛先端末に対応するエントリを全て削除する（ST503）。

【0059】

また、中継端末 208 は、図 4 に示すように、中継端末 206 に経路エラーパケットを送信し、経路エラーパケットを受信した中継端末 206 では、パケット種別判定において、受信したパケットが経路エラーパケットであることを判定し（ST505）、経路エラーパケット処理部 111 が経路エラーパケット受信処理を行う（ST509）。

【0060】

一方で、中継端末 208 は、図 4 に示すように、宛先端末 211 への経路検索パケットを送信し、中継端末 208 の近隣端末である中継端末 205、206、209 に経路検索パケットが伝播していく。そのうち、宛先端末 211 の近隣端末である中継端末 209 において、受信パケットがパケット種別判定により経路検索パケットであると判定され（ST506）、経路検索パケット処理部 115 が経路検索パケット受信処理を行う（ST510）。

【0061】

宛先端末 208 から送信された経路検索パケットを受信した宛先端末 211 は、図 5 に示すように、経路検索パケットを直接伝送した中継端末 209 に経路応答パケットを送信する。経路応答パケットを受信した中継端末 209 は、受信パケットのパケット種別判定において、経路応答パケットであることを判定し（ST507）、経路応答パケット処理部 113 が経路応答パケット受信処理を行う（ST511）。

【0062】

また、図 5 に示すように、経路検索パケット処理により経路検索パケットがネットワークを伝播する過程で、送信元端末 210 では、受信した経路エラーパケットのエラー種別が修復中であった場合には、送信元端末 210 から経路修復中の中継端末 208 までの経路は削除されてはいないので、データ発信パケットをルーティング上位部 117 から取得すると（ST508）、データ発信パケット処理部 112 がデータ発信パケット受信処理を行う（ST512）。

【0063】

次に、図 2 の ST509 で示した経路エラーパケット受信処理の詳細な手順について図 6 を用いて説明する。図 6 において、ST801 では、中継端末 206 は、中継端末 208 から経路エラーパケットを通知されると、送信元端末 210 側の直接伝送を行う端末（ここでは、中継端末 203）が存在するか経路キャッシュ 116 を検索する。存在すれば（Yes）ST802 に移行し、存在しなければ（No）ST803 に移行する。

【0064】

ST802 では、ST801 において検索された端末に対して、経路エラーパケットをユニキャストで送信することにより、経路がエラーになったことを通知する。ここでは、中継端末 206 が中継端末 203 に経路エラーパケットを送信することになるが、経路エラーパケットに含まれる経路エラー種別（経路修復中又は経路断）は、中継端末 208 から送信された経路エラーパケットに含まれる種別と同じである。

【0065】

ST803 では、中継端末 203 から経路エラーパケットを受信した送信元端末 210 が、受信した経路エラーパケットのエラー種別を判定し、エラー種別が経路修復中（Yes）であれば ST804 に移行し、エラー種別が経路断（No）であれば ST807 に移行する。

【0066】

ST804では、送信元端末210が自端末内に宛先端末211へのデータ発信パケット（自端末のルーティング上位部117から取得したデータパケット）が存在するか否かを判定し、存在すれば（Yes）ST805に移行し、存在しなければ（No）経路エラーパケット受信処理を終了する。

【0067】

ST805では、経路検索パケットの中継回数を1にセットし、ST806では、図5の細い実線で示すように、宛先端末211への経路検索パケットをブロードキャストで送信する。

【0068】

ST807では、ST803において経路エラーパケットの種別が経路断と判定されたので、送信元端末210は自端末内の経路キャッシュ116に格納された宛先端末211への経路を削除し、経路エラーパケット受信処理を終了する。

【0069】

次に、図2のST510で示した経路検索パケット受信処理の詳細な手順について図7を用いて説明する。図7において、ST901では、受信した経路検索パケットが既に受信済みのパケットと同一のもの（重複パケット）かを判断し、重複パケットである（Yes）と判断したら経路検索パケット受信処理を終了し、重複パケットではない（No）と判断したらST902に移行する。

【0070】

経路検索パケットはブロードキャストで伝播していくため、例えば、中継端末208が送信した経路検索パケットを中継端末206が受信し、それを更にブロードキャストで転送すると中継端末209にも、その経路検索パケットが到着する。しかし、既に中継端末209は、中継端末208から同一の経路検索パケットを既に受信しているため、ST901では、この重複したパケットの処理を防ぐことになる。

【0071】

ST902では、受信した経路検索パケットが経路修復のためのものであるかどうかを判定し、経路修復のための経路検索パケットである（Yes）と判定したらST903に移行し、経路修復のための経路検索パケットではない（No）と判定したらST904に移行する。

【0072】

ST903では、経路修復を行っている端末への経路を構築するため、自端末の経路修復キャッシュに経路検索パケットを送信した端末を経路修復用として記憶（エントリの見かけ上は送信元端末であるが、実際は経路修復を行っている端末への経路構築に利用される）する。

【0073】

ST904では、この経路検索パケットの送信元端末への経路を構築するため、送信元端末210（実際に経路検索パケットを送信したのは中継端末208であるが、そのパケットの中身は送信元端末210が送信したように装われている）側の直接伝送を行う中継端末を経路構築用として記憶する。例えば、中継端末209は中継端末208を経路キャッシュ116に記憶する。

【0074】

ST905では、経路検索パケットの宛先が自端末であるかを判定し、自端末宛である（Yes）と判定したらST906に移行し、自端末宛ではない（No）と判定したらST907に移行する。

【0075】

ST906では、ST905において経路検索パケットの宛先が自端末であると判定した宛先端末211が、図5に示すように、送信元端末210側の直接伝送を行う端末（経路検索パケットを自端末に送信した中継端末）、すなわち中継端末209に対して経路応答パケットをユニキャストで送信する。

【0076】

ST907では、経路検索パケットが既に中継された回数と、経路検索パケットが無限に中継されることを防止するため、経路検索パケットに定められた中継を許容する回数（中継限界数）とを比較する。既に中継された回数が中継限界数よりも小さければ（Yes）ST908に移行し、既に中継された回数が中継限界数以上であれば（No）、経路検索パケットを伝播させることはできないので、中継せずに経路検索パケット受信処理を終了する。

【0077】

ST908では、中継回数をインクリメントし、ST909では、再び経路検索パケットを近隣端末へとブロードキャストで送信し、経路検索パケット受信処理を終了する。

【0078】

次に、図2のST511で示した経路応答パケット受信処理の詳細な手順について図8を用いて説明する。図8において、ST1001では、経路応答パケットを受信した中継端末209が宛先端末211側の直接伝送を行う端末（経路応答パケットを自端末に対して送信した端末）、すなわち宛先端末211を自端末の経路キャッシュ116に記憶する。

【0079】

ST1002では、経路応答パケットの目的地となる端末、すなわち、経路検索パケットの送信元端末（実際に経路検索パケットを送信したのは中継端末208であるが、見かけ上は送信元端末210）が自端末であるか判定することにより、この経路応答パケットを中継するか否かを判定する。経路応答パケットの目的地が自端末である場合（Yes）、一連の経路確立動作を終了し、経路応答パケットの目的地が自端末ではない場合（No）、ST1003に移行する。

【0080】

ST1003では、中継端末209が自端末から宛先端末211への経路修復を行ったか否かを判定し、経路修復を行っていれば（Yes）、一連の経路修復動作を終了し、経路修復を行っていなければ（No）、ST1004に移行する。

【0081】

ST1004では、ST1003において経路修復を行っていないと判定された中継端末209は、受信した経路応答パケットの宛先となる送信元端末へのエントリが経路修復キャッシュ116に存在するか否かを判定し、存在すれば（Yes）ST1005に移行し、存在しなければ（No）ST1007に移行する。

【0082】

ST1005では、宛先端末211が送信元端末（実際には、経路を修復する端末であり、ここでは中継端末208）側の直接伝送を行う中継端末209に経路応答パケットをユニキャストで送信し、ST1006では、経路修復キャッシュ116の送信元端末へのエントリを削除する。そして、ST1007では、送信元端末210側の直接伝送を行う中継端末208に、経路応答パケットをユニキャストで送信し、経路応答パケット受信処理を終了する。

【0083】

なお、中継端末208は、中継端末209を介して宛先端末211からの経路応答パケットを受信し、ST1003において自端末が宛先端末211への経路を修復したことを判定し、一連の経路修復動作を終了する。これにより、図5の太線で示した経路が中継端末208の経路修復動作により構築されたことになる。

【0084】

次に、図2のST512で示したデータ発信パケット受信処理の詳細な手順について図9を用いて説明する。図9において、ST601では、データパケットの中継回数を1にセットし、再送回数を0にクリアする。

【0085】

ST602では、宛先端末211側の直接伝送を行う中継端末（ここでは、中継端末203）が自端末の経路キャッシュ116内に存在するか否かを判定し、経路キャッシュ1

16内に存在する場合(Yes)、ST603に移行し、経路キャッシュ116内に存在しない場合(No)、ST605に移行する。

【0086】

ST603では、ST602において経路キャッシュ116内に存在すると判定された中継端末(中継端末203)にデータ発信 packets をユニキャストで送信し、ST604では、ST602において経路キャッシュ116内に存在すると判定されたエントリの満了時間をリセットし、データ発信 packets 受信処理を終了する。

【0087】

一方、送信元端末210が受信した経路エラー packets のエラー種別が経路断であった場合には、ST602において宛先端末211側の直接伝送を行う中継端末が自端末の経路キャッシュ116内に存在しないと判定され、ST605以降の経路再構築動作を行う。

【0088】

ST605では、再送回数Nが予め定められた回数(閾値 N_{th})以下であるかを判定し、閾値 N_{th} 以下であれば(Yes) ST607に移行し、閾値 N_{th} を越えていれば(No) ST606に移行する。

【0089】

ST606では、ST605において再送回数Nが閾値 N_{th} を越えたと判定されたので、受信したデータ発信 packets のルーティングができなかったことを示すエラーをルーティング上位部117に通知し、データ発信 packets 受信処理を終了する。

【0090】

ST607では、再送回数Nをインクリメントし、ST608では、宛先端末211への経路検索 packets をブロードキャストで送信する。

【0091】

ST609では、経路検索 packets と経路応答 packets のやり取りが完了するまでに充分な予め定められた時間をウェイトし、ST602に戻る。

【0092】

次に、図2のST513で示したデータ中継 packets 受信処理の詳細な手順について図10を用いて説明する。図10において、ST701では、宛先端末211側の直接伝送を行う中継端末が経路修復キャッシュ116内に存在するか中継端末208が検索し、経路キャッシュ116内に存在する場合(Yes)、ST702に移行し、経路キャッシュ116内に存在しない場合(No)、ST705に移行する。この場合、宛先端末211への経路は既に削除されて存在しないので、中継端末206から受信した宛先端末211へのデータ packets は送信バッファに格納しておく。

【0093】

経路修復を終了させた中継端末208では、ST701において、宛先端末211側の直接伝送を行う中継端末が中継端末209であるということが分かるので、ST702では、それまでの中継回数をインクリメントし、ST703では、バッファに格納していた宛先端末211へのデータ packets を次の中継端末である中継端末209にユニキャストで送信する。

【0094】

ST704では、例えば、レイヤ2におけるデータ転送確認応答などを利用して、中継端末209へのデータ転送が完了したことを確認すると、自端末の経路キャッシュ116に記憶された該当するエントリの満了時間をリセットし、データ中継 packets 受信処理を終了する。

【0095】

ST705では、ST701において宛先端末211側の直接伝送を行う中継端末が存在しないと判定された中継端末208は、経路断前の自端末から宛先端末211までの中継回数に予め定められた値(ここでは α)を加算したものと、送信元端末210までの中継回数を比較する。前者の方が小さければ(Yes) ST706に移行し、前者が後者以

上に大きければ (No) ST709に移行する。

【0096】

ST706では、中継端末208による宛先端末211への経路修復が許容されるものとして、経路断前の中継端末208からの宛先端末211までの中継回数に予め定められた値（ここでは α ：任意に設定が可能）を加算したものを中継限界数として設定する。

【0097】

ST707では、中継端末208によって経路検索パケットの内容をあたかも送信元端末210から宛先端末211へのパケットであるかのように装い、経路修復のための経路検索パケットであることを明示して、宛先端末211への経路検索パケットをブロードキャストで送信する。

【0098】

ST708では、更に、送信元端末210に経路を修復していることを通知するため、送信元端末210側の直接伝送を行う中継端末である中継端末206に宛先端末211への経路を修復中であることを示す経路エラーパケットをユニキャストで送信し、データ中継パケット受信処理を終了する。

【0099】

ST709では、S705において前者が後者以上に大きいと判定された中継端末は、自端末による宛先端末への経路修復を許容できないとして、経路断を通知する経路エラーパケットを送信元端末210側の直接伝送を行う中継端末にユニキャストで送信し、データ中継パケット受信処理を終了する。

【0100】

ここで、経路を再構築する場合について説明する。まず、経路エラーパケットを受信した送信元端末210は、自端末から宛先端末211への経路検索パケットを送信することにより、経路検索パケットが各端末において上述した経路検索パケット受信処理を施され、目的地となる宛先端末211へと伝播されていく。宛先端末211宛ての経路検索パケットを受信した宛先端末211では、送信元端末210に経路応答パケットを送信する。

【0101】

図11に示すように、経路応答パケットを受信した中継端末206では、今まで宛先端末211側の直接伝送を行う中継端末は中継端末208であったが、中継端末209に切り替える。

【0102】

これにより、送信元端末210による宛先端末211への経路検索により、通信経路が送信元端末210→中継端末203→中継端末206→中継端末209→宛先端末211の合計4回の中継回数になり、上述した修復経路が送信元端末210→中継端末203→中継端末206→中継端末208→中継端末209→宛先端末211の合計5回の中継回数より減らすことができ、以降の通信はこの中継回数の少ない経路を使用して行われる。

【0103】

このように、中継端末208による宛先端末211への経路修復と送信元端末210への経路エラー通知とを同時に並行して行うことで、中継端末208に蓄積された宛先端末211へのデータパケット転送の再開から、送信元端末210による宛先端末211への最適経路の構築を行うまでの時間を短縮することができる。

【0104】

これまで説明してきた内容は、送信元端末210から宛先端末211への経路（以下、「第1の通信経路」という）を修復又は構築することを中心に想定したが、逆に、宛先端末211から送信元端末210への経路（以下、「第2の通信経路」という）を中心に考えることも可能であり、以下、この場合について説明する。なお、第1の通信経路では、送信元端末210を上流、宛先端末211を下流とし、第2の通信経路では、送信元端末210を下流、宛先端末211を上流として扱う。

【0105】

いま、図12に示すように、送信元端末210と宛先端末211との間に中継端末20

3、206、208、209を経由する経路が確立しているものとする。ここで、この経路を用いてデータパケットを送信中に、中継端末208と209との間で経路断が発生した場合を考える。第2の通信経路に着目すると、中継端末209が経路断を検出し、送信元端末210までの中継回数及び宛先端末211までの中継回数と所定の閾値とをそれぞれ比較する。閾値以下となる場合には、経路断を検出した中継端末は該当する経路を修復するための経路検索パケットを送信することなく、経路断を示す経路エラー通知を端末に送信することがプロトコル上規定されている。ここでは、中継端末209は宛先端末211までの中継回数が閾値以下であることを認識し、図13に示すように、第2の経路検索パケットを送信することなく、経路エラー通知を宛先端末211に送信する。

【0106】

一方、第1の通信経路に着目すると、中継端末208も経路断を検出し、既に説明しているように、経路検索パケットの内容をあたかも送信元端末210から宛先端末211へのパケットであるかのように装い、経路修復のための経路検索パケットであることを明示して、宛先端末211への経路検索パケットをブロードキャストで送信する。

【0107】

経路検索パケットのフォーマットは、図14に示すように、各フィールドが定められており、このフィールドのうち、経路断を検出した端末から送信元端末までの中継回数を示す「Hop Count」、送信元端末のIPアドレスを示す「Originator IP Address」、送信元端末の最新のシーケンス番号を示す「Originator Sequence Number」を調整することにより、中継端末208から送信する経路検索パケットの内容を送信元端末210が送信したかのように装うことができる。

【0108】

中継端末208から経路検索パケットを受信した宛先端末211は、図15に示すように、例えば、レイヤ2におけるデータ転送確認応答などを利用して、送信元端末210側の直接伝送を行う中継端末を209から208に更新する。すなわち、宛先端末211は中継端末208を経由すれば送信元端末210にデータパケットを送信可能であると認識することができる。これにより、図16に示すように、第2の通信経路を迅速に修復することができる。

【0109】

このように本実施の形態によれば、経路断を検出した中継端末が、宛先端末へ経路検索パケットを送信するとともに、送信元端末へ経路断を通知することにより、中継端末による迅速な宛先端末への経路修復ができるとともに、送信元端末による最適な経路の検索を開始するまでの時間を短縮できる。また、中継端末による宛先端末への経路修復が失敗した場合でも、送信元端末による宛先端末への経路検索を開始するまでの時間を短縮できる。

【0110】

また、経路断箇所より宛先端末側において、経路修復のためのルートと経路再構築のためのルートを識別して経路応答することにより、同一の送信元端末からの異なる経路要求を同時に受信しても、複数の経路を同時に構築することができる。

【0111】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、上記実施の形態では、パケットルーティング装置として行う場合について説明しているが、これに限られるものではなく、このパケットルーティング方法をソフトウェアとして行うことも可能である。

【0112】

例えば、上記パケットルーティング方法を実行するプログラムを予めROM (Read Only Memory) に格納しておき、そのプログラムをCPU (Central Processor Unit) によって動作させるようにしてもよい。

【0113】

また、上記パケットルーティング方法を実行するプログラムをコンピュータで読み取り

可能な記憶媒体に格納し、記憶媒体に格納されたプログラムをコンピュータのRAM (Random Access Memory) に記録して、コンピュータをそのプログラムにしたがって動作させるようにしてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0114】

本発明にかかるパケットルーティング方法及びパケットルーティング装置は、無線通信装置及び無線LAN装置に用いて好適である。

【図面の簡単な説明】

【0115】

【図1】 本発明の一実施の形態に係る無線アドホック端末の構成を示すブロック図

【図2】 図1に示した無線アドホック端末の制御処理を示すフロー図

【図3】 図1に示した無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図4】 図1に示した無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図5】 図1に示した無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図6】 図2に示した経路エラーパケット受信処理を示すフロー図

【図7】 図2に示した経路検索パケット受信処理を示すフロー図

【図8】 図2に示した経路応答パケット受信処理を示すフロー図

【図9】 図2に示したデータ発信パケット受信処理を示すフロー図

【図10】 図2に示したデータ中継パケット受信処理を示すフロー図

【図11】 図1に示した無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図12】 図1に示した無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図13】 図1に示した無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図14】 経路検索パケットのフォーマットを示す図

【図15】 図1に示した無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図16】 図1に示した無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図17】 従来の無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図18】 従来の無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図19】 従来の無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図20】 従来の無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図21】 従来の無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【図22】 従来の無線アドホック端末を利用したネットワークの図

【符号の説明】

【0116】

101 送受信アンテナ

102 サーキュレータ

103 無線受信部

104 無線送信部

105 制御部

111 経路エラーパケット処理部

112 データ発信パケット処理部

113 経路応答パケット処理部

114 データ中継パケット処理部

115 経路検索パケット処理部

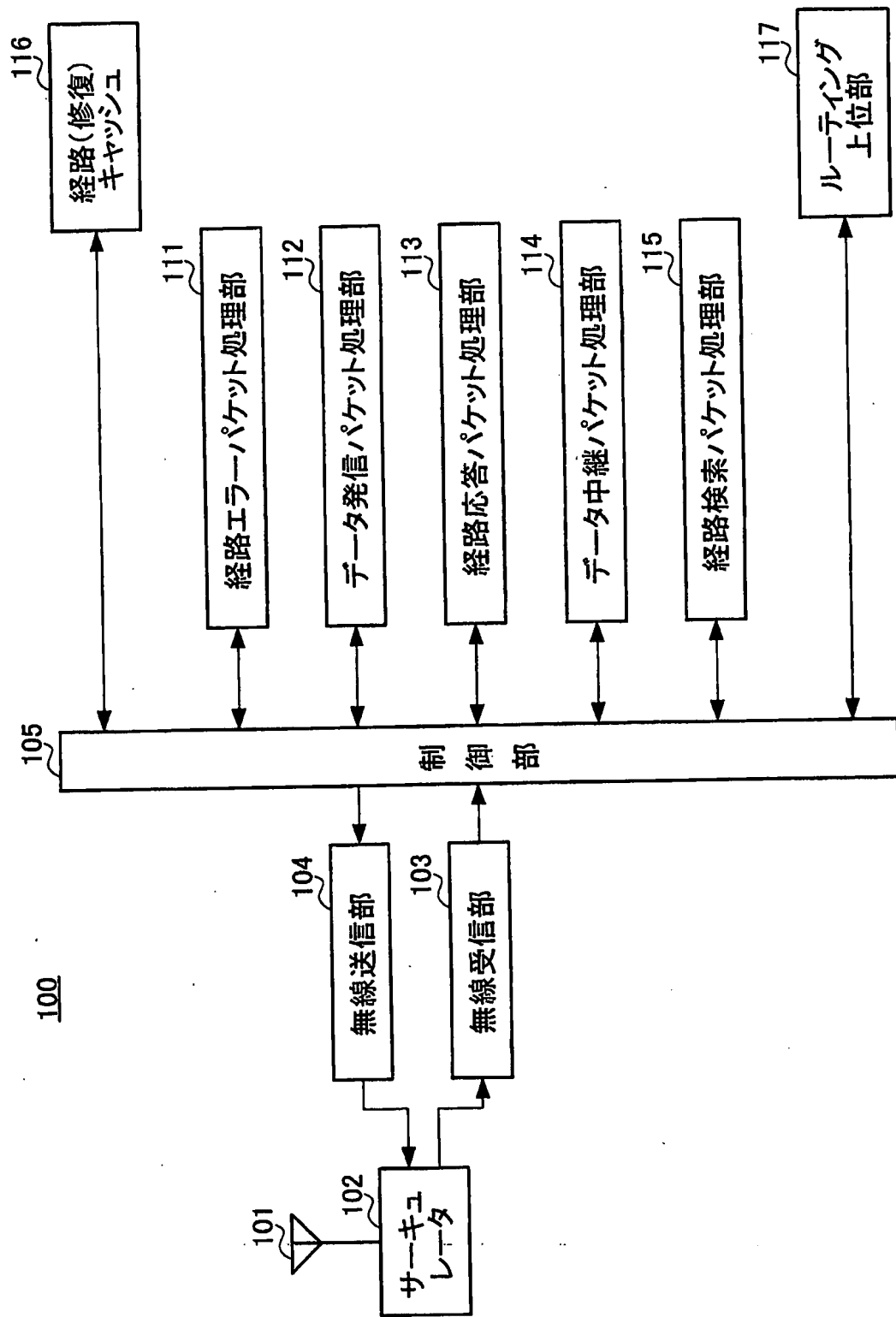
116 経路修復キャッシュ

117 ルーティング上位部

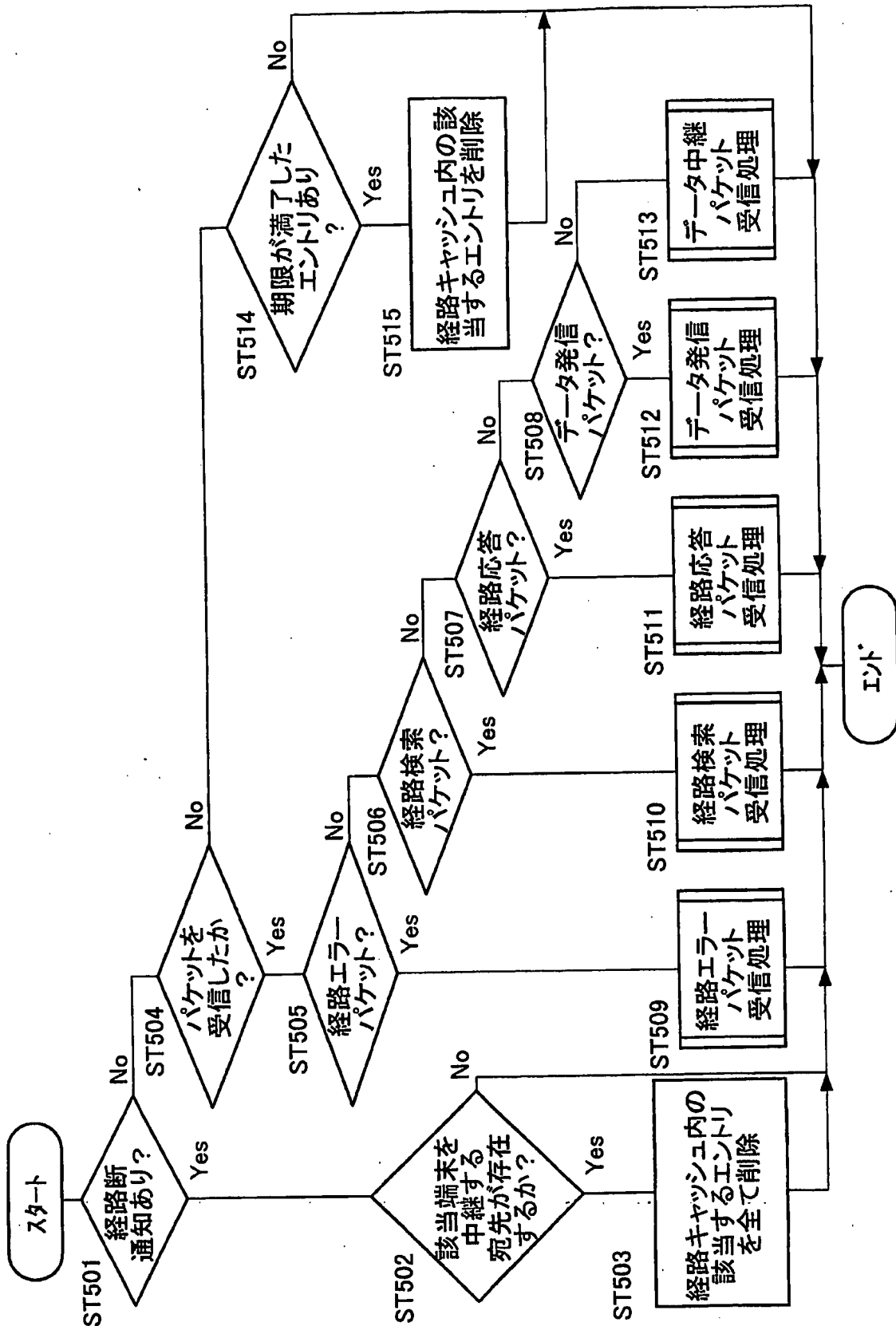


【書類名】 図面

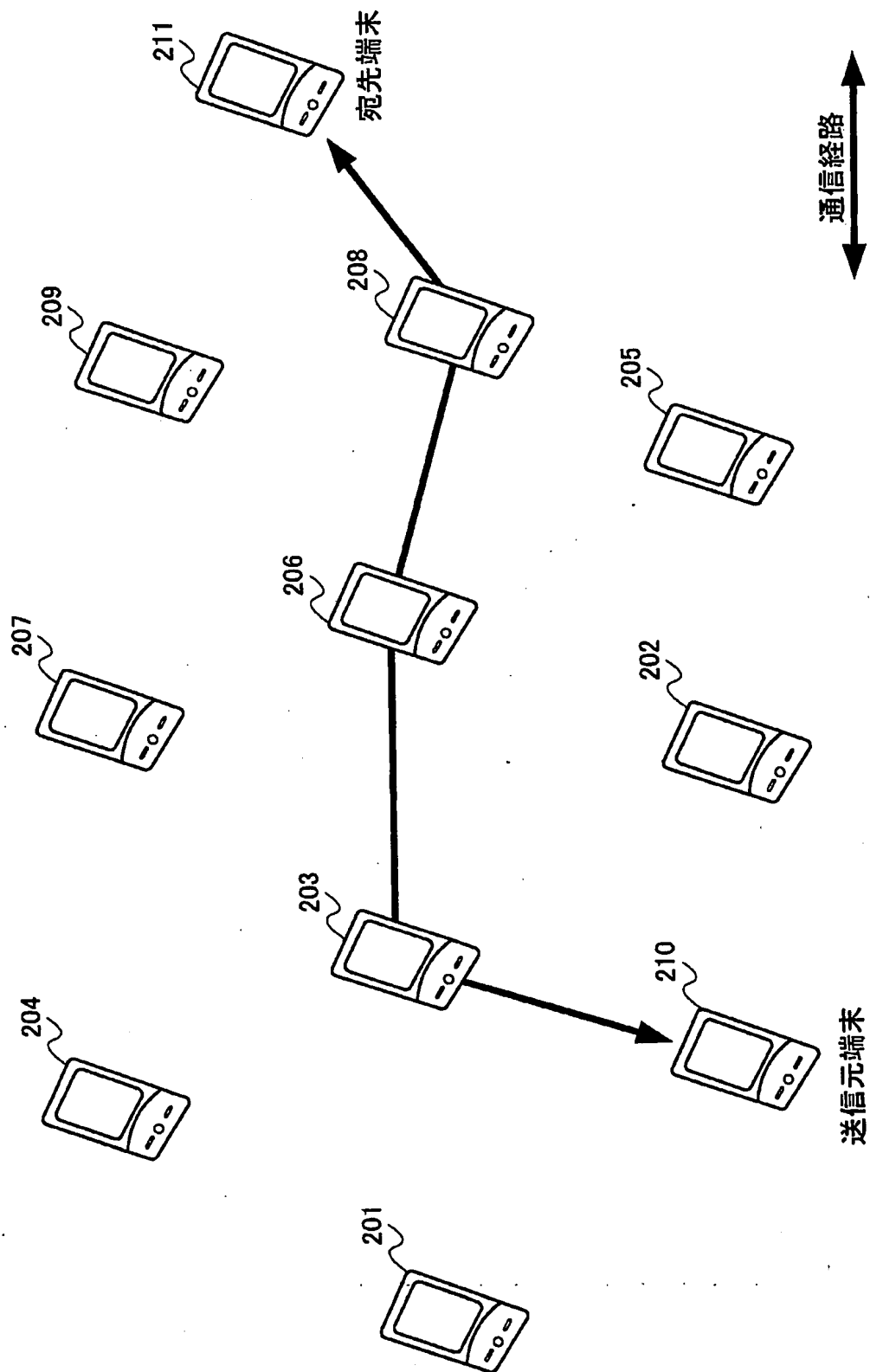
【図1】



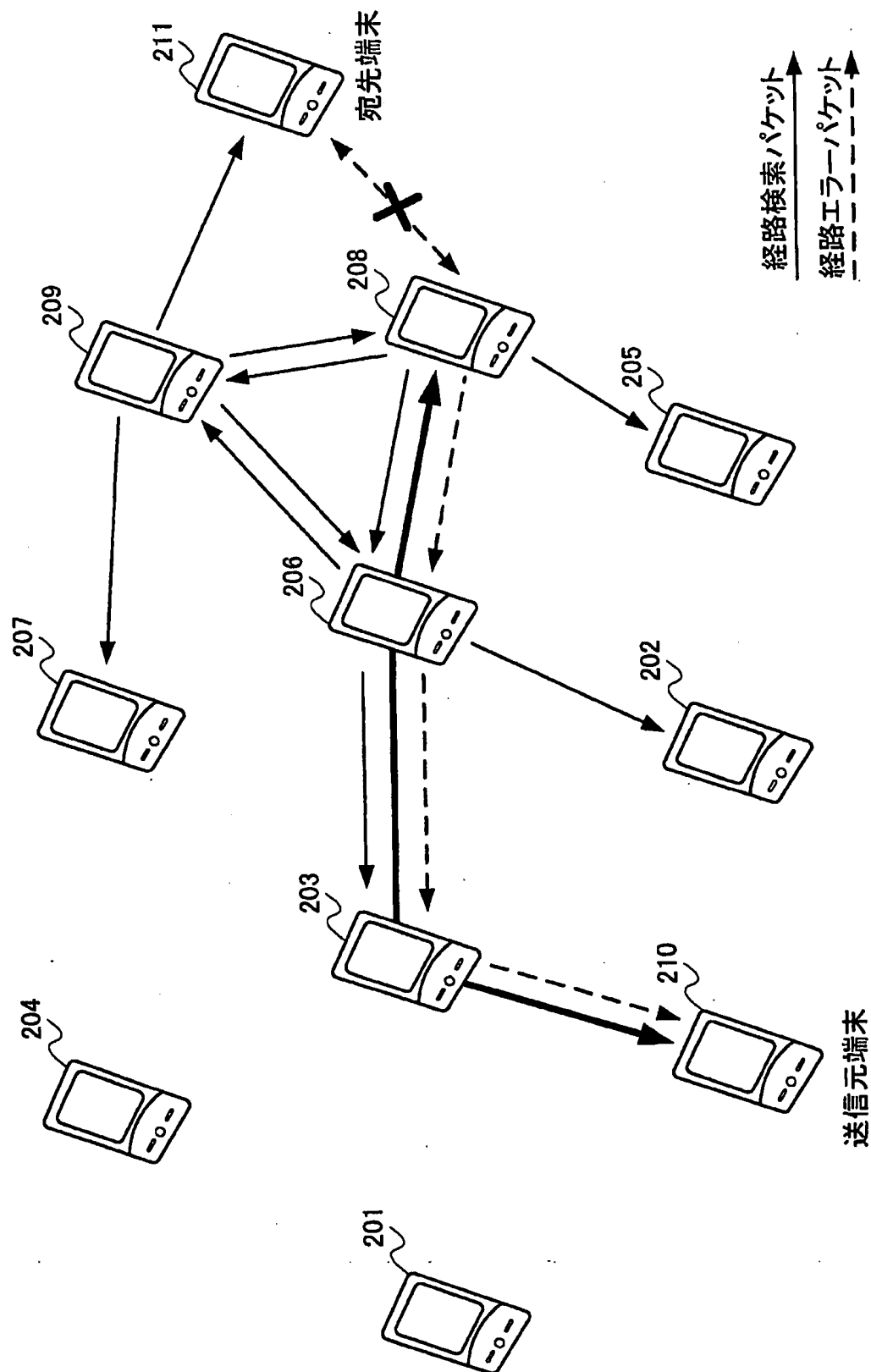
【図 2】



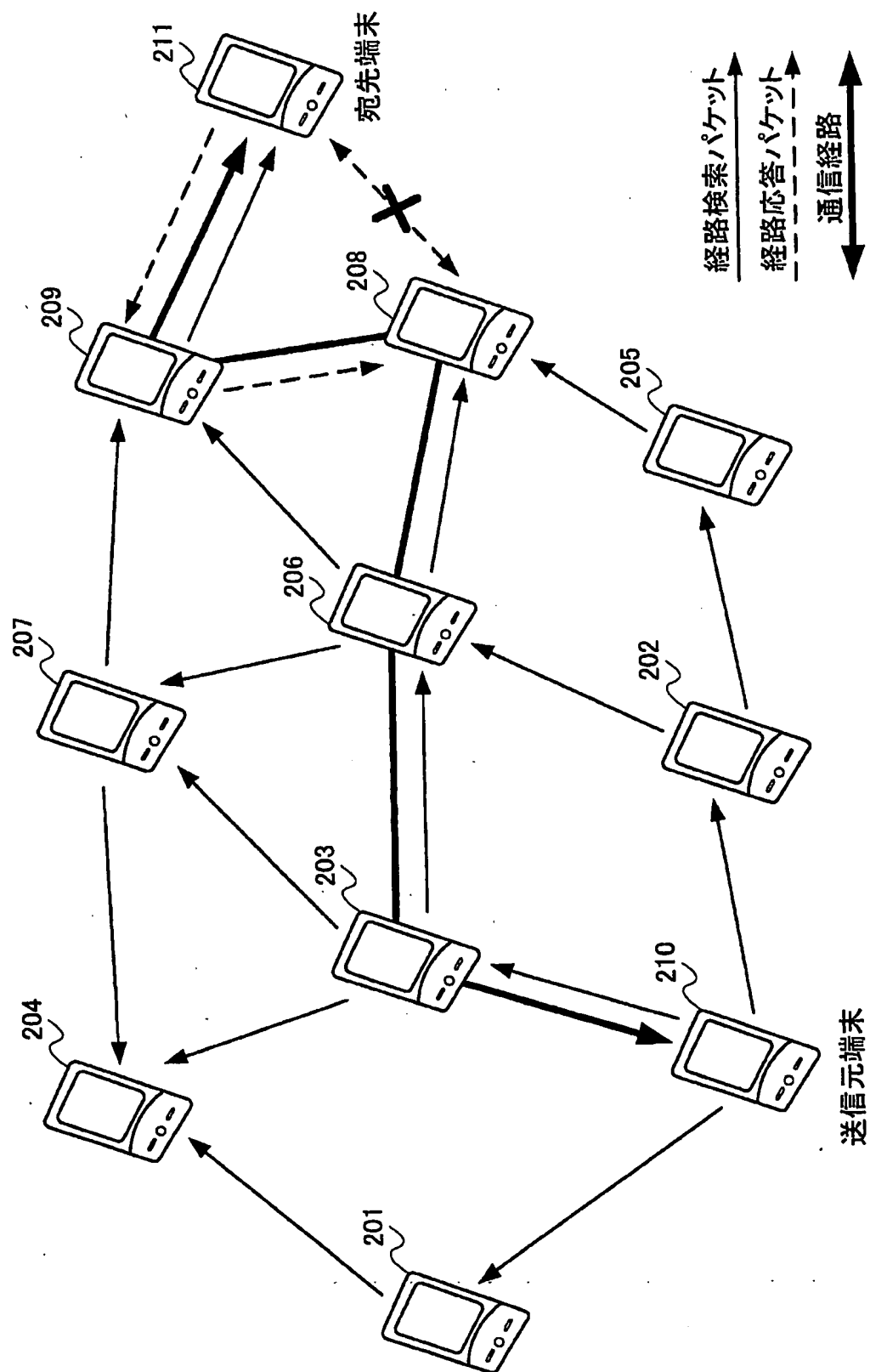
【図 3】



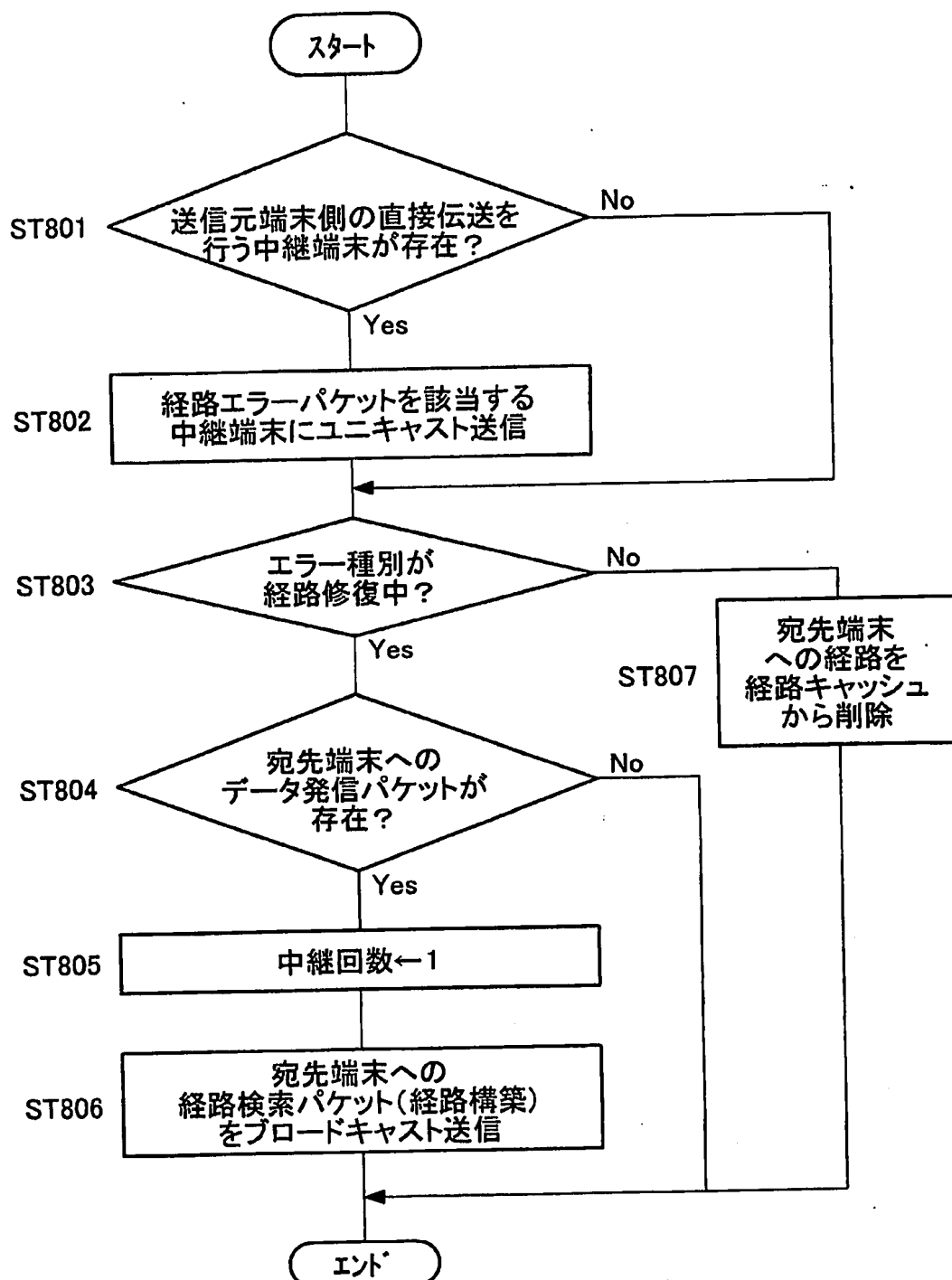
【図 4】



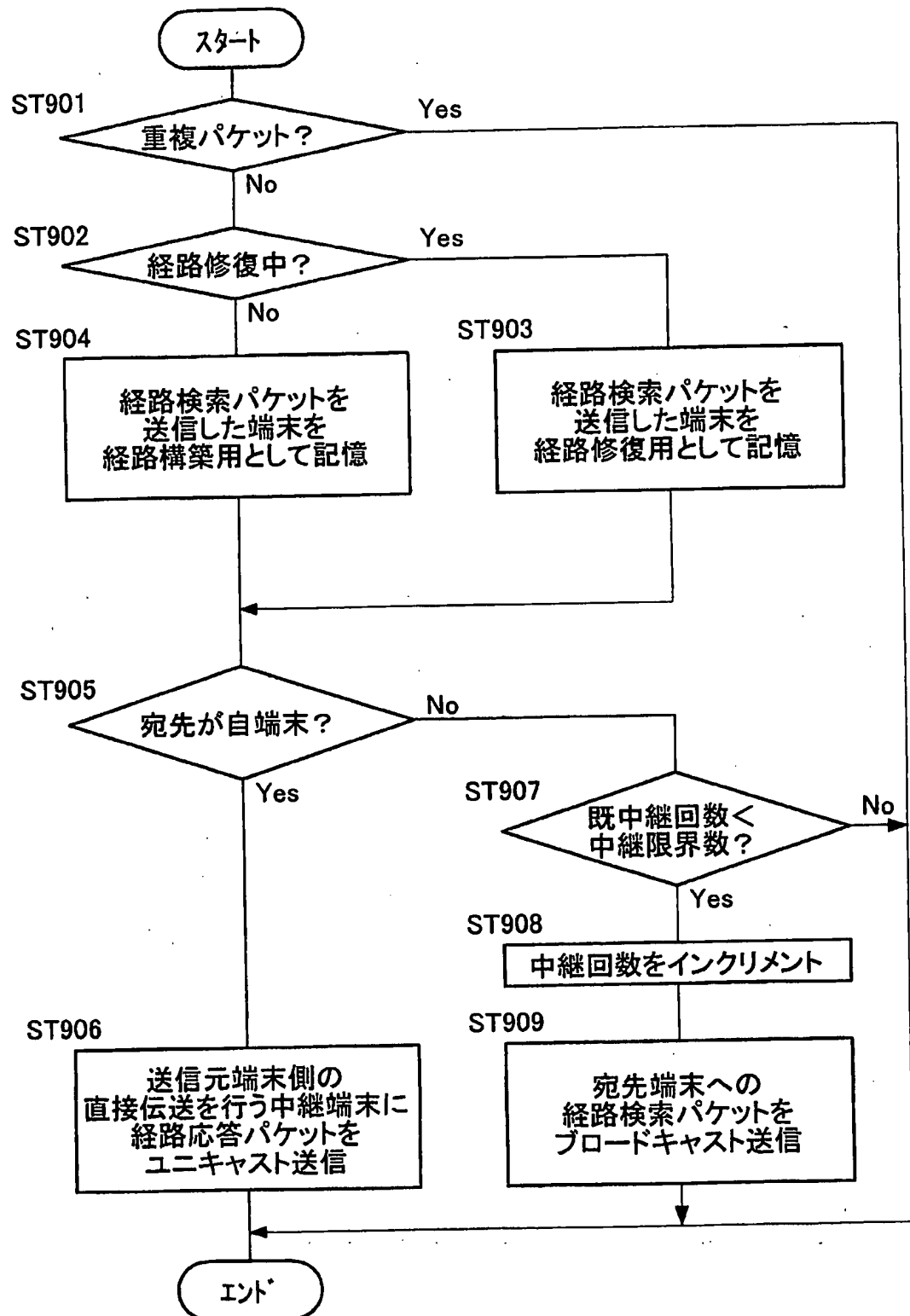
【図 5】



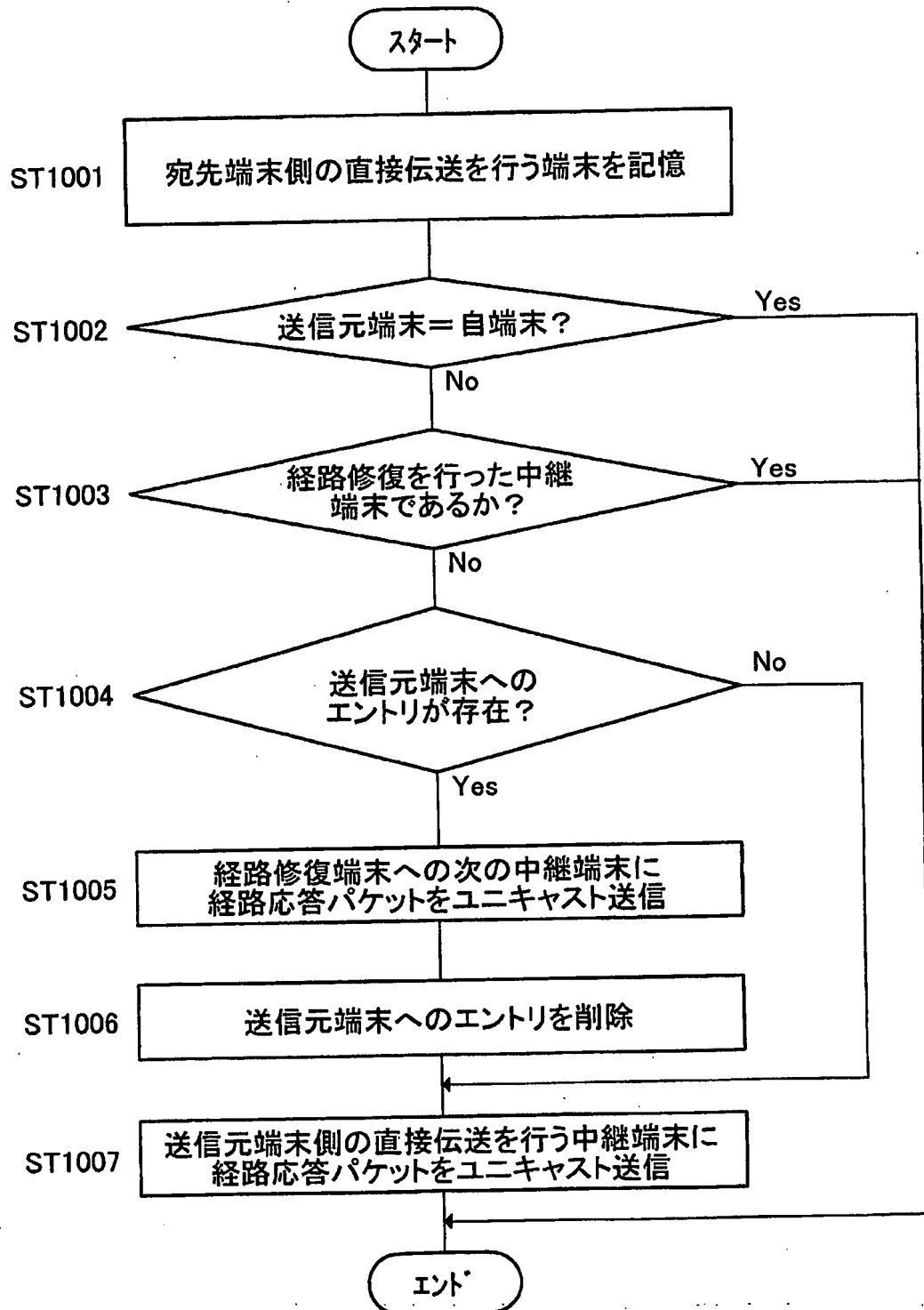
【図 6】



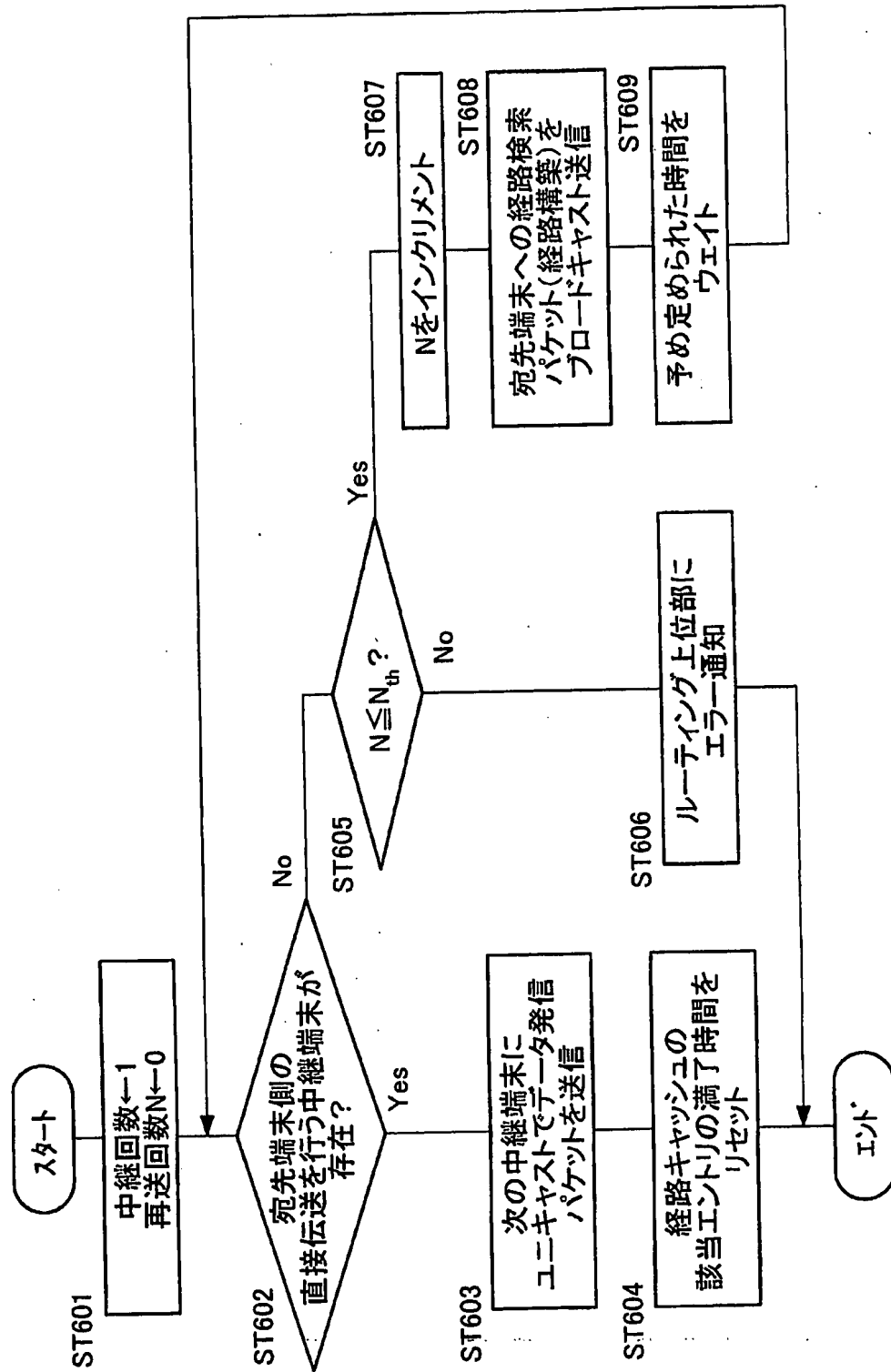
【図 7】



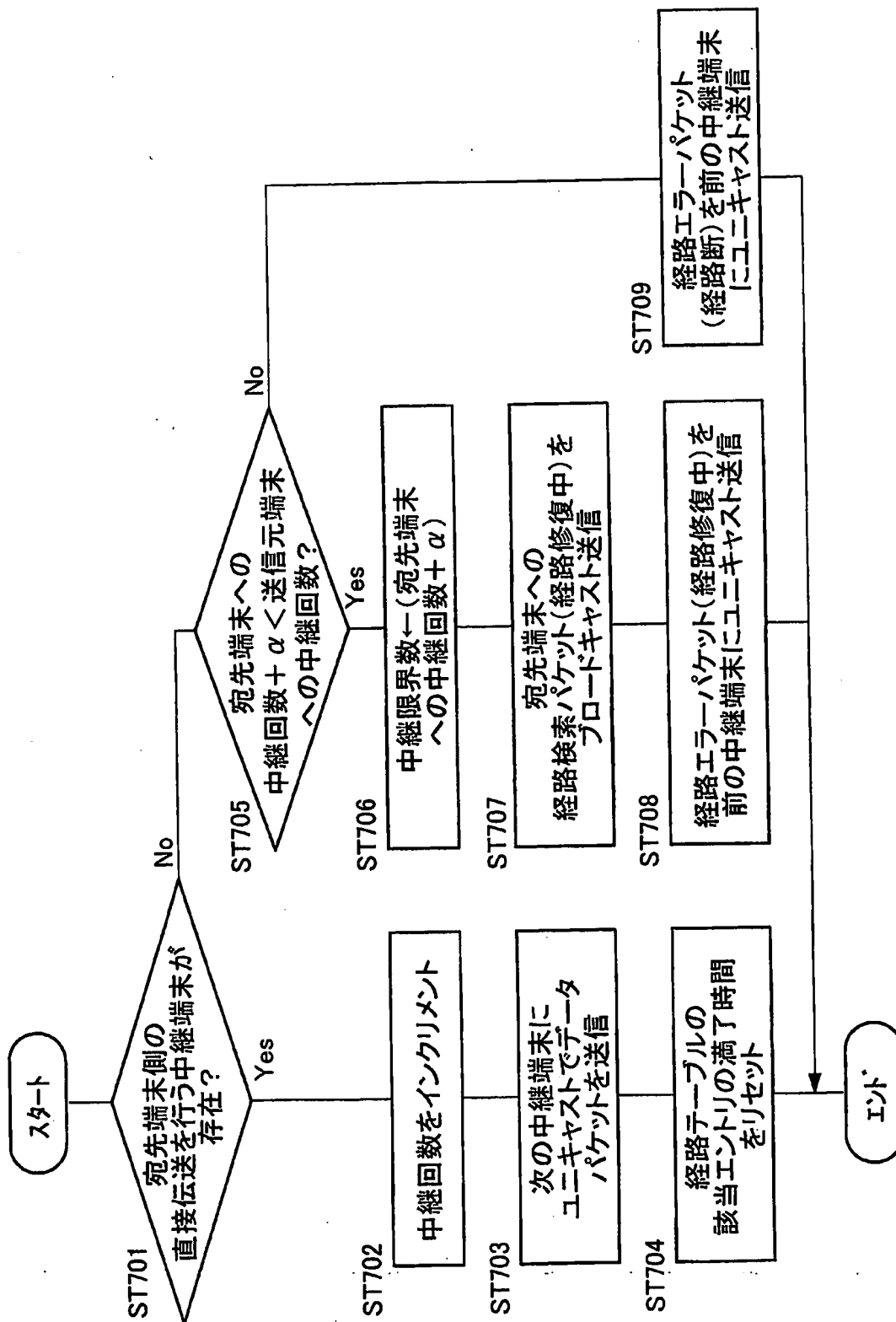
【図 8】



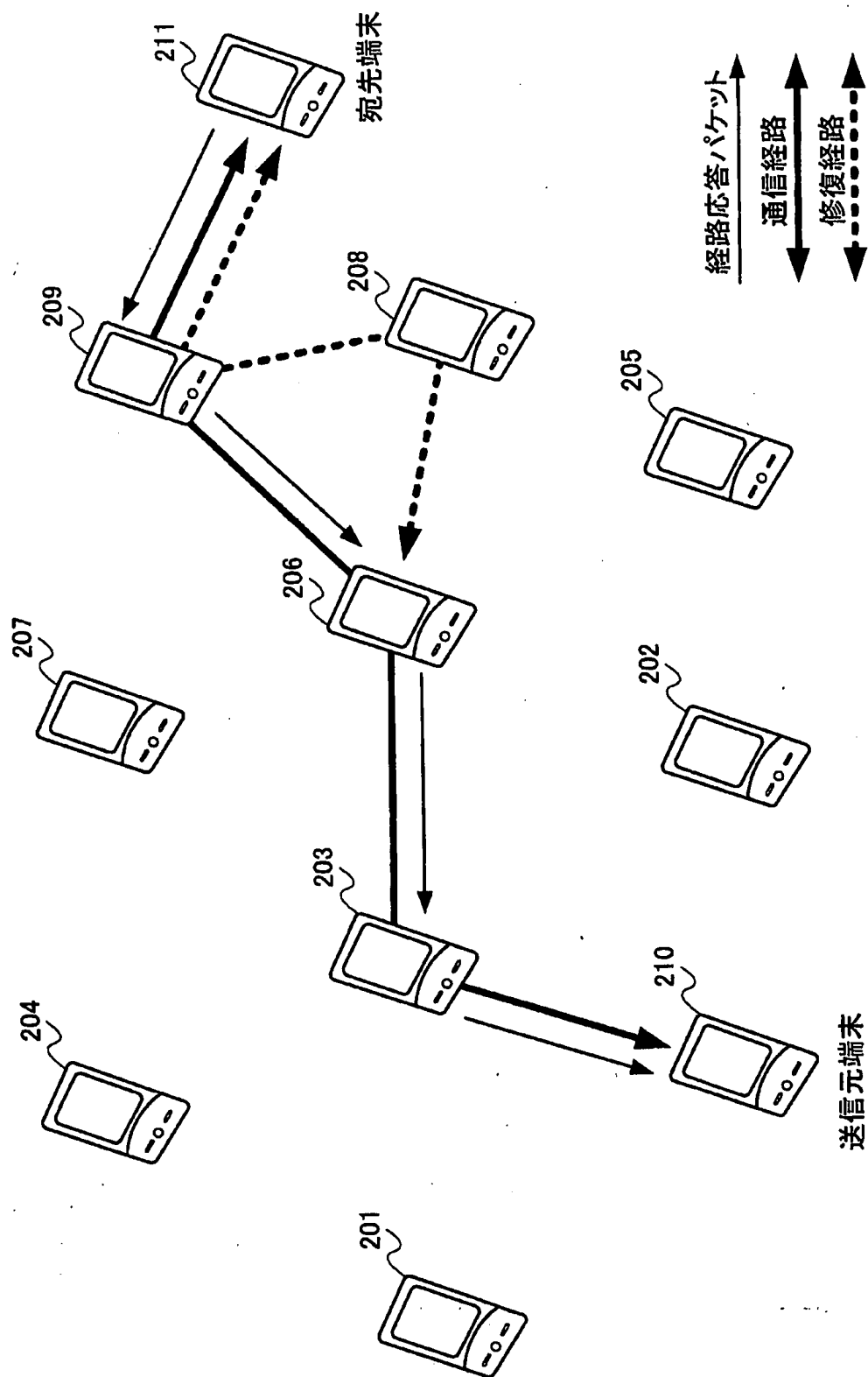
【図 9】



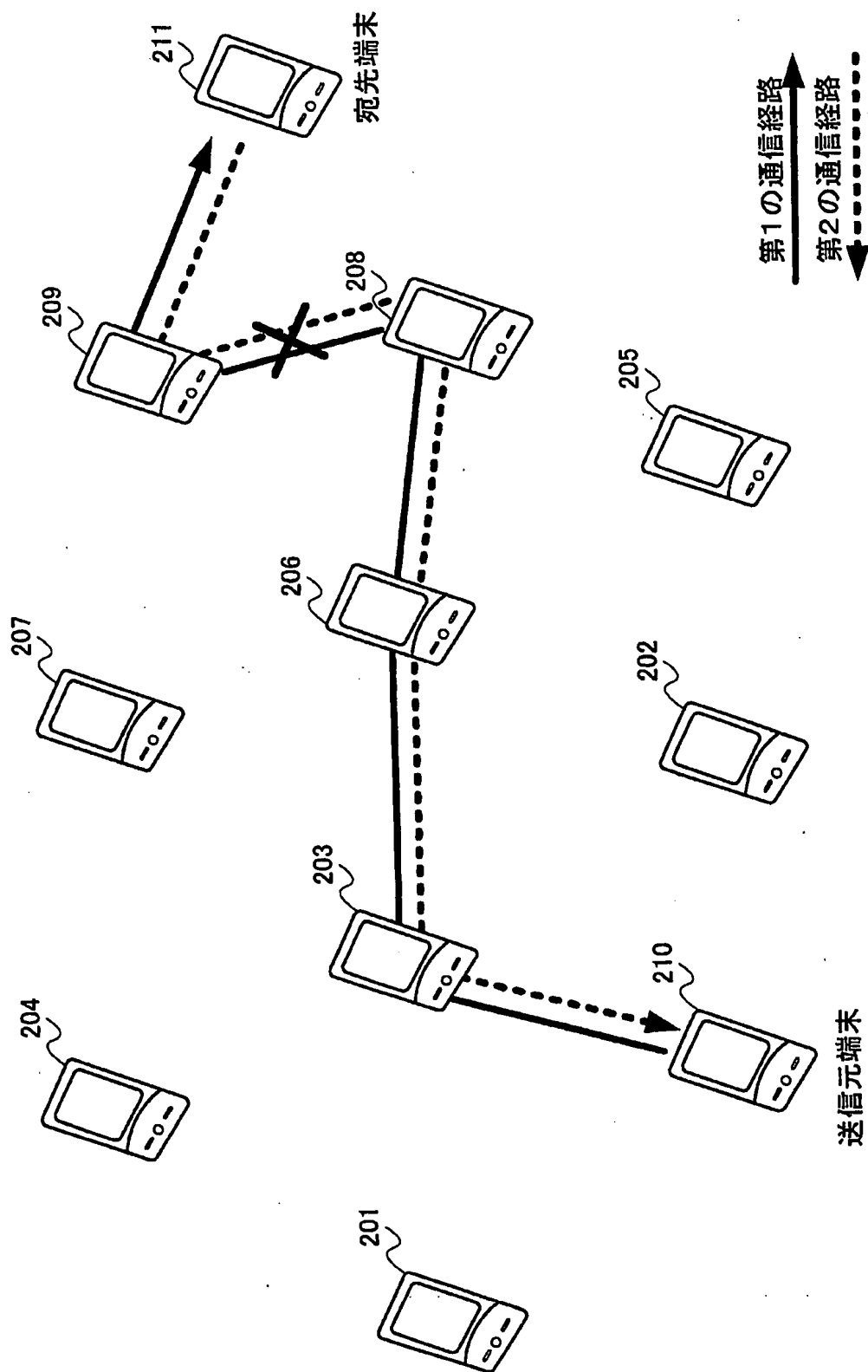
【図10】



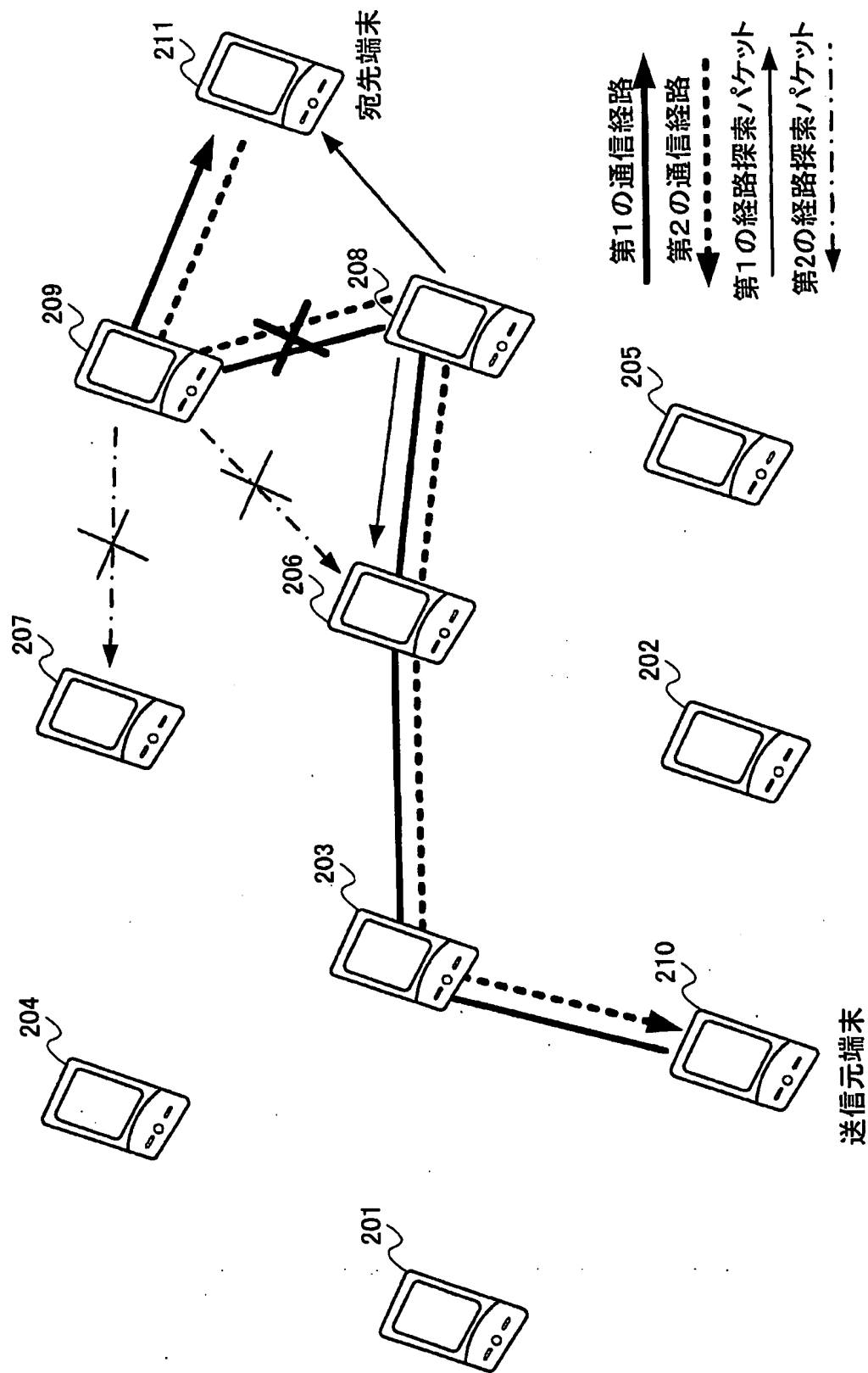
【図 11】



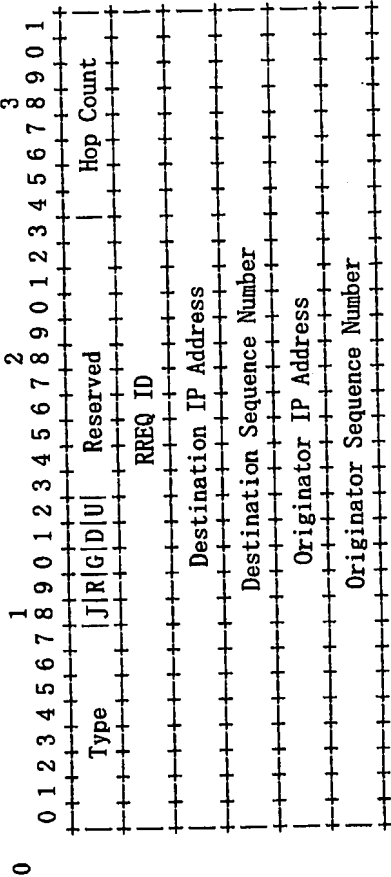
【図12】



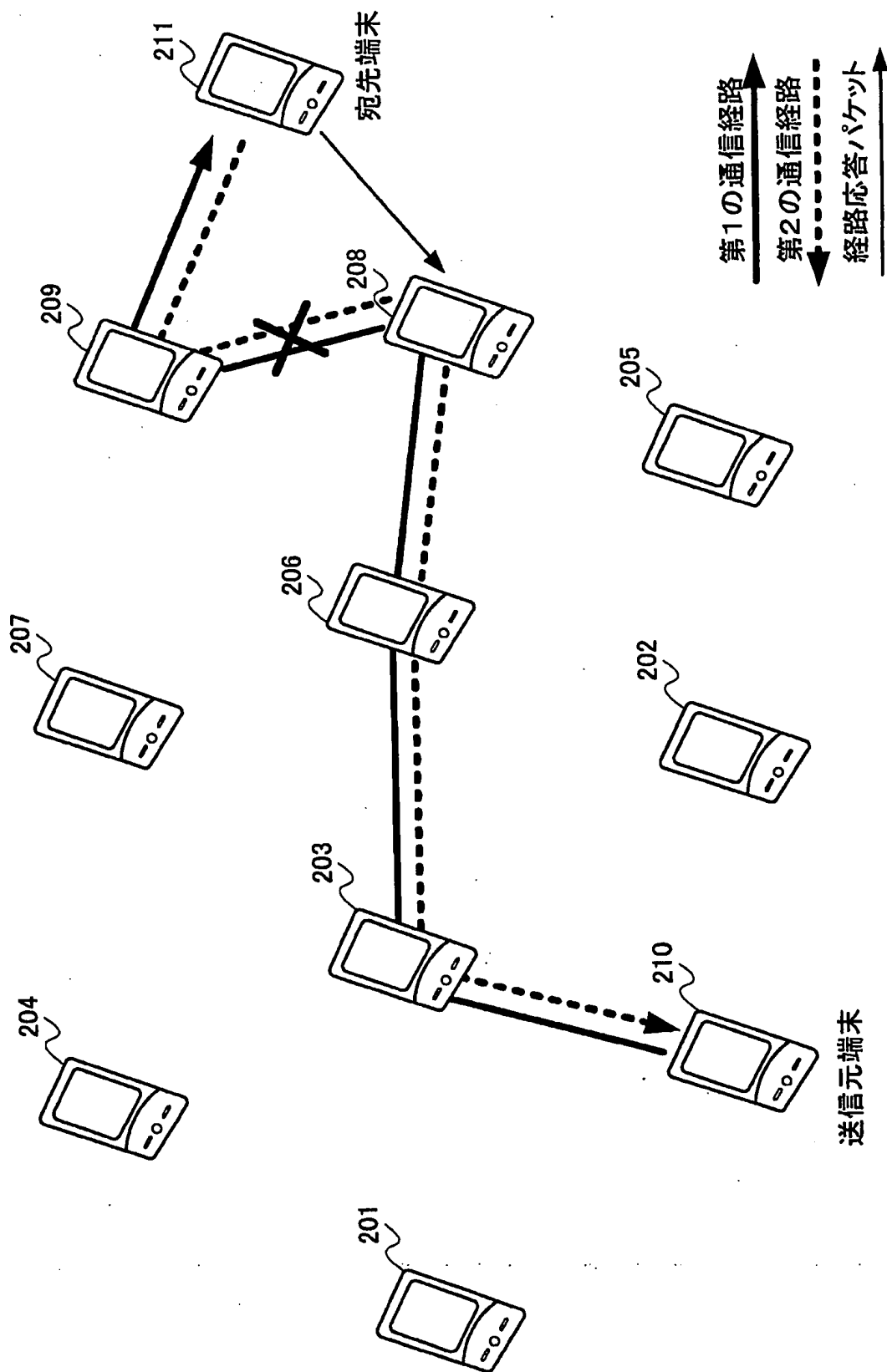
【図13】



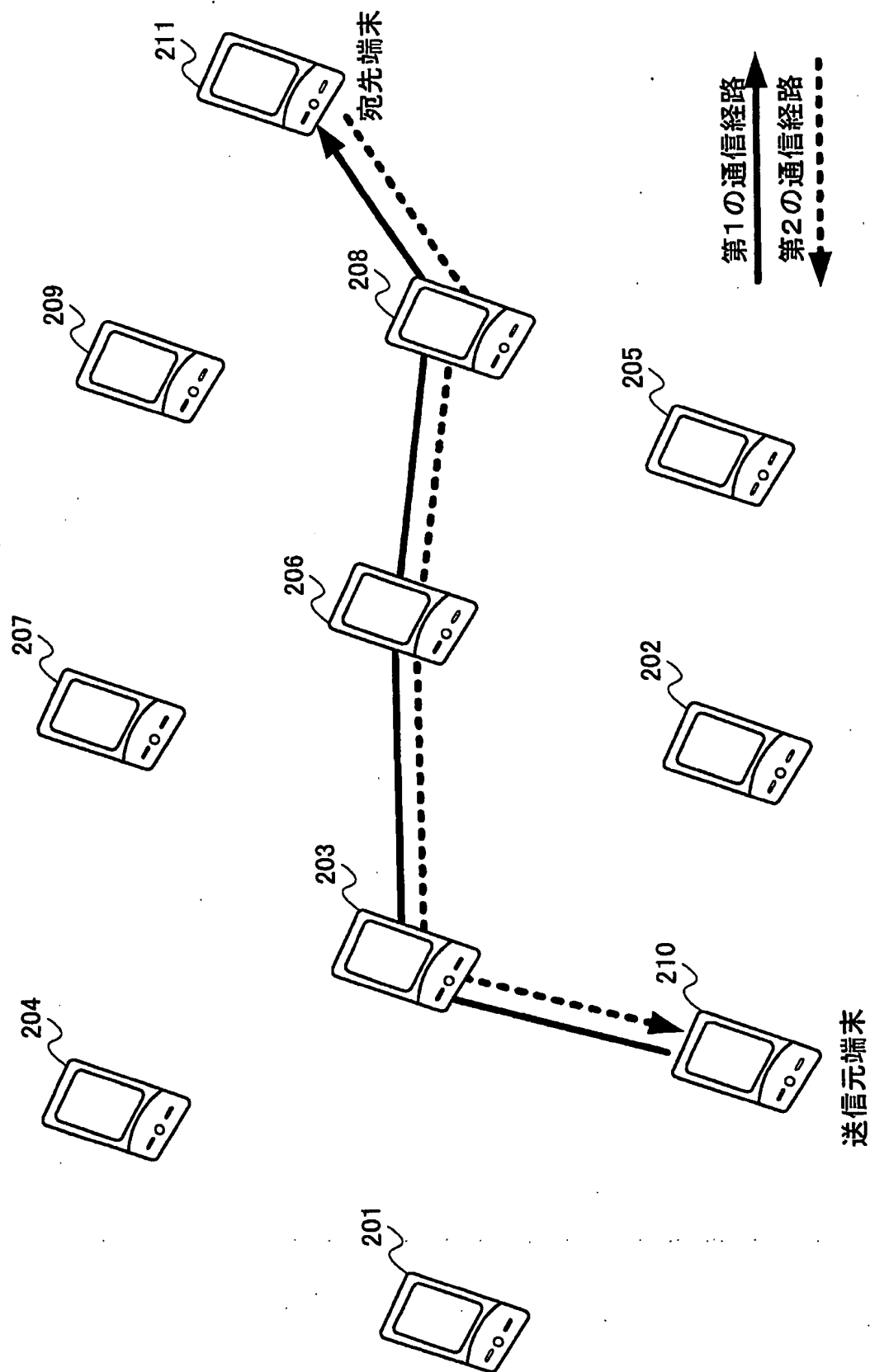
【図 14】



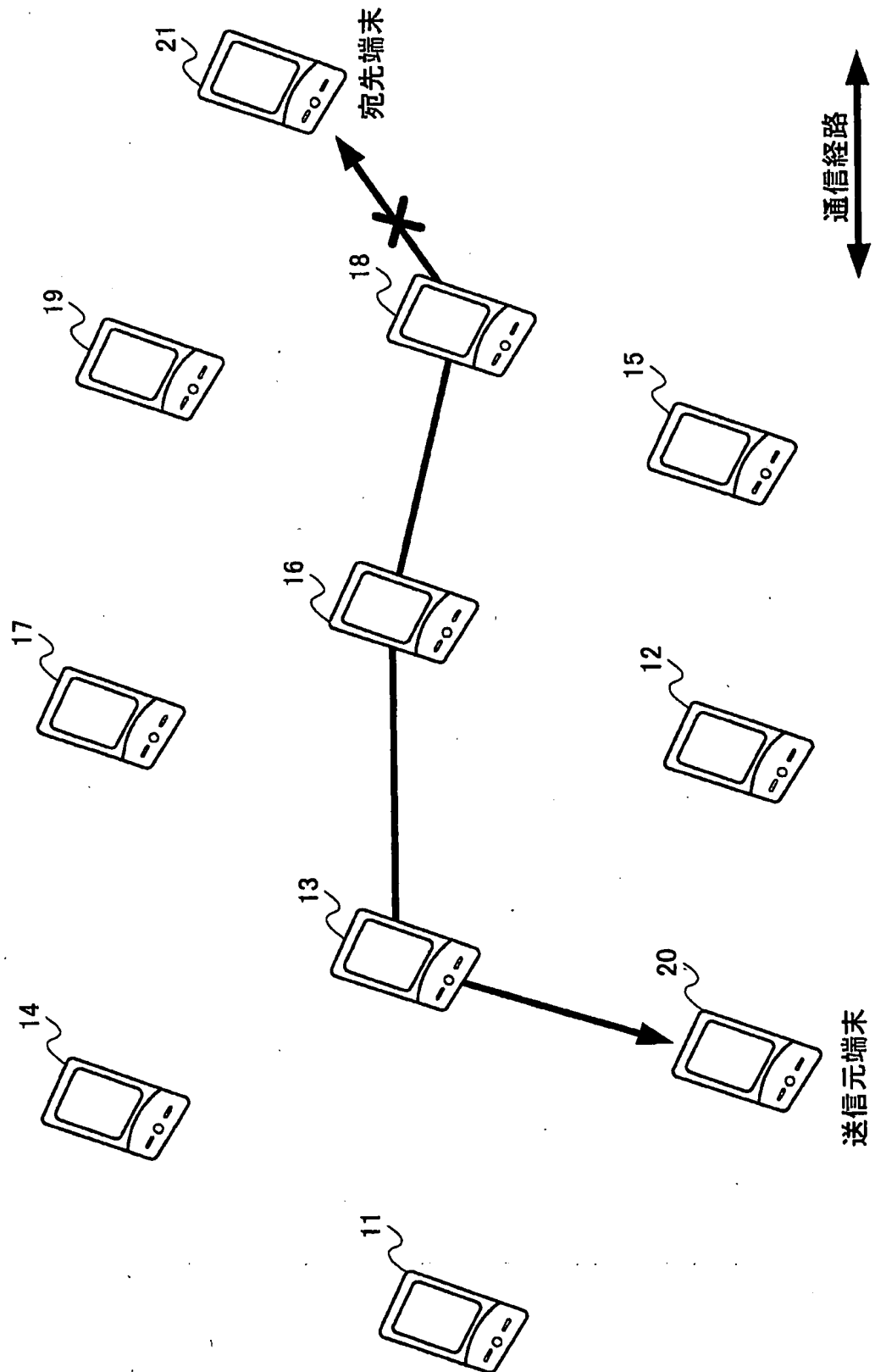
【図15】



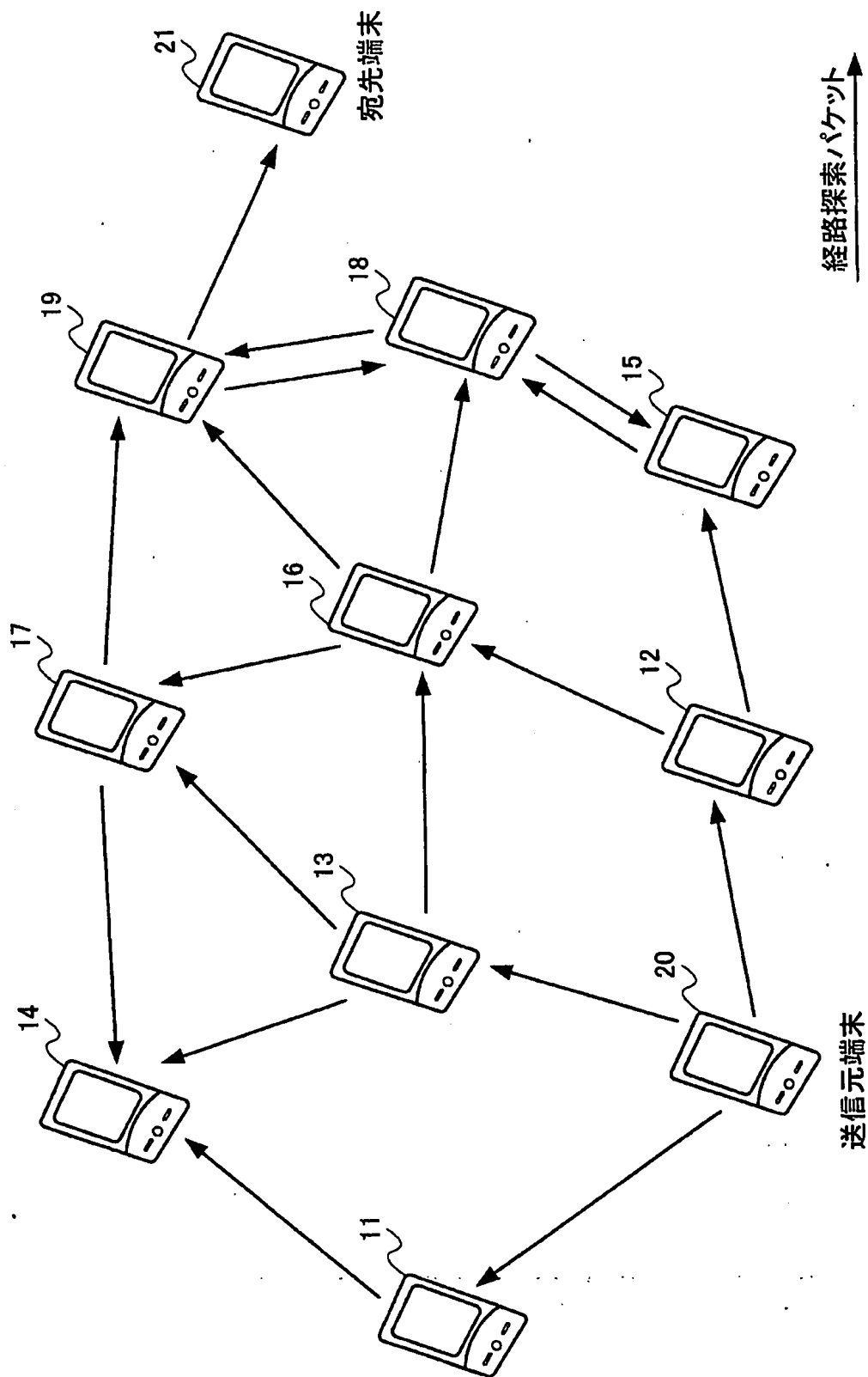
【図16】



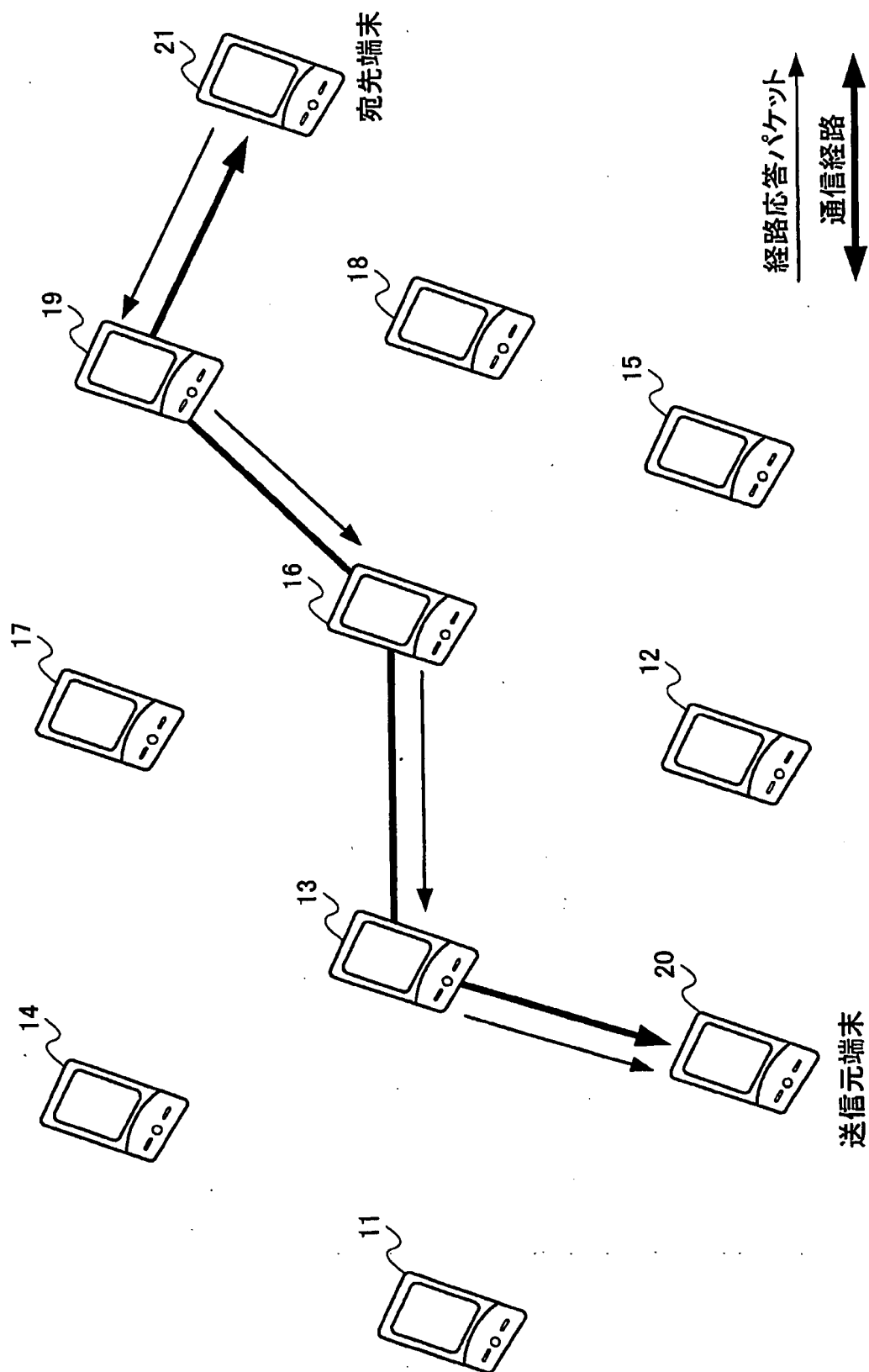
【図17】



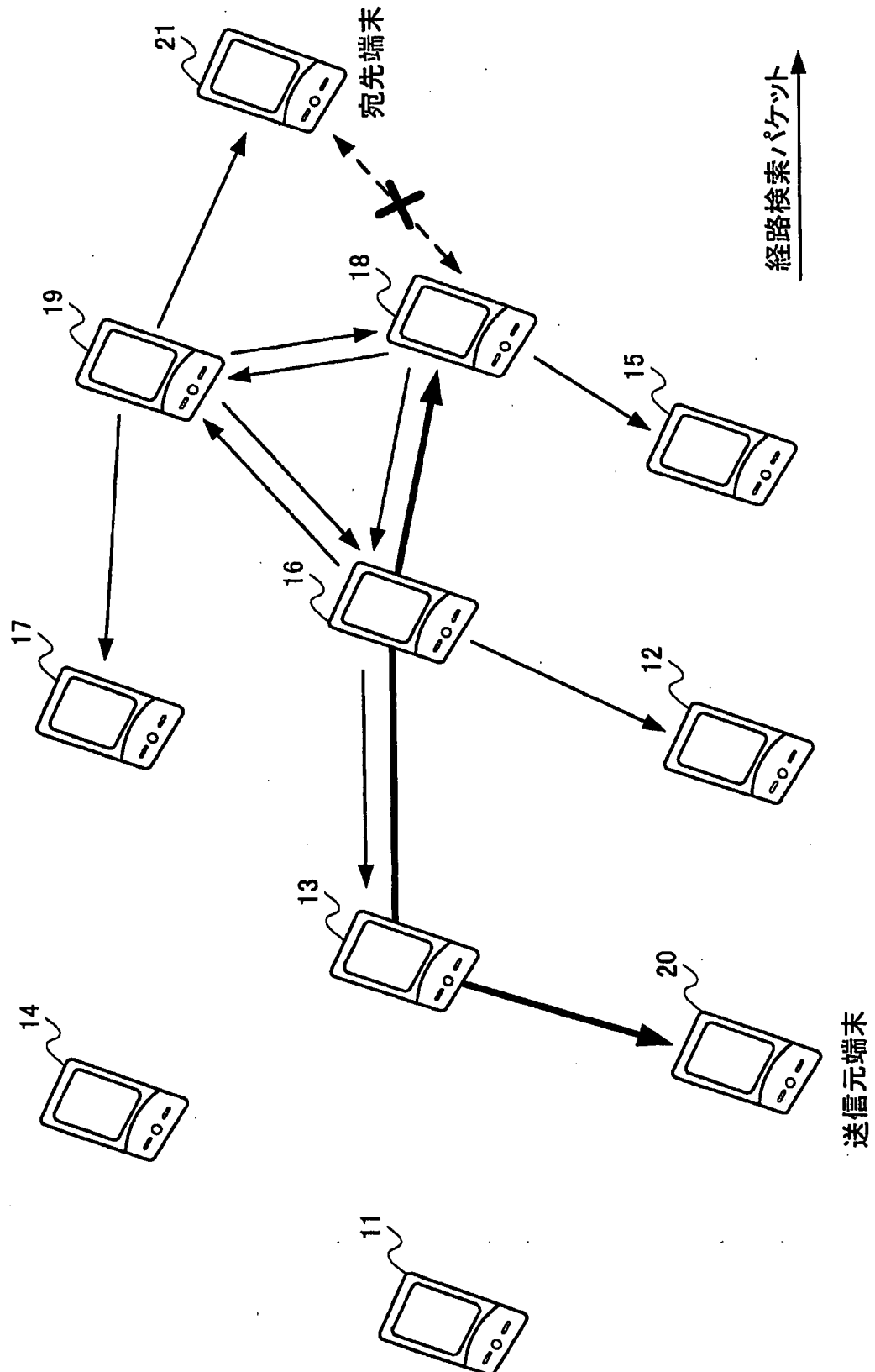
【図18】



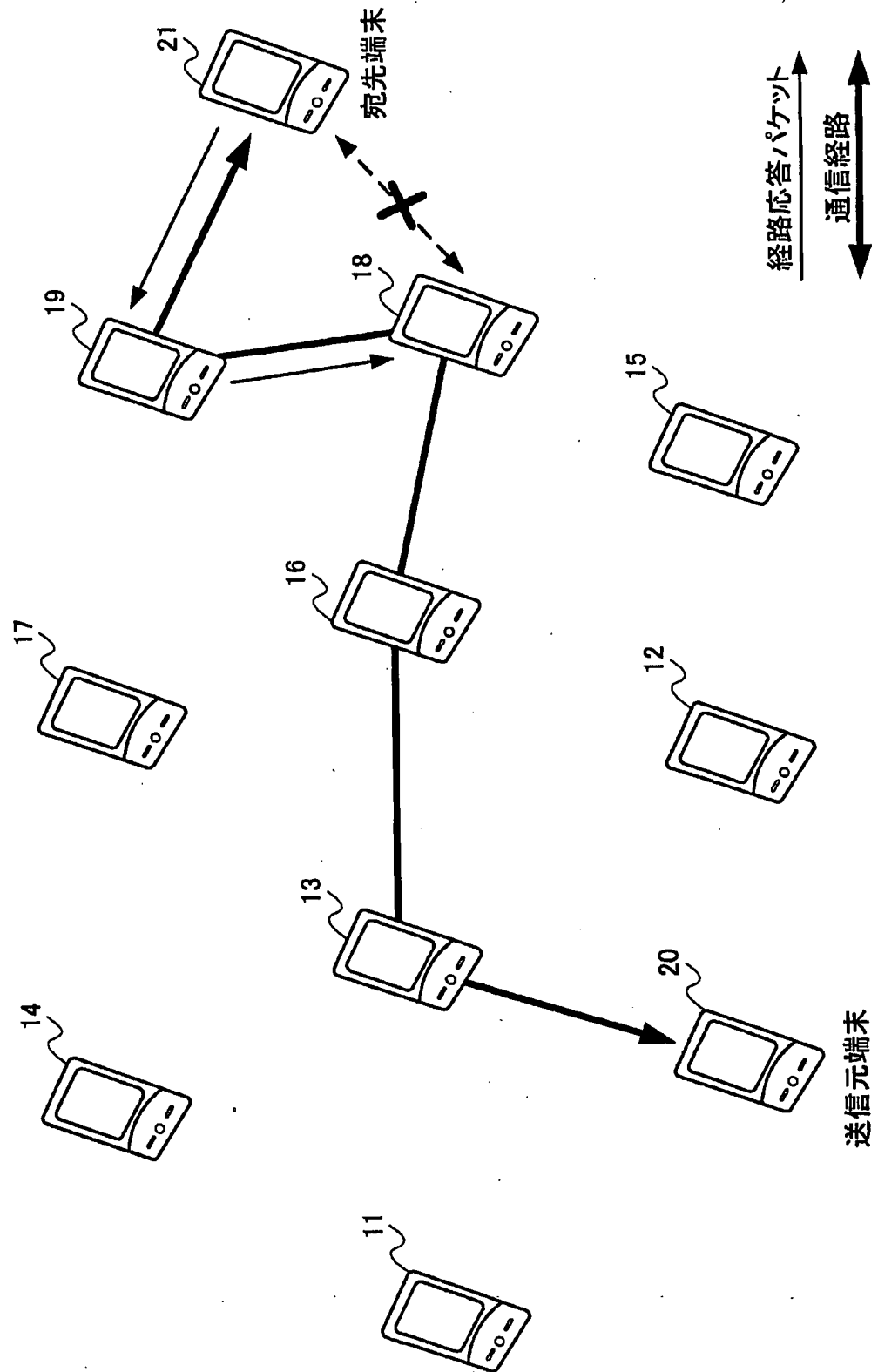
【図19】



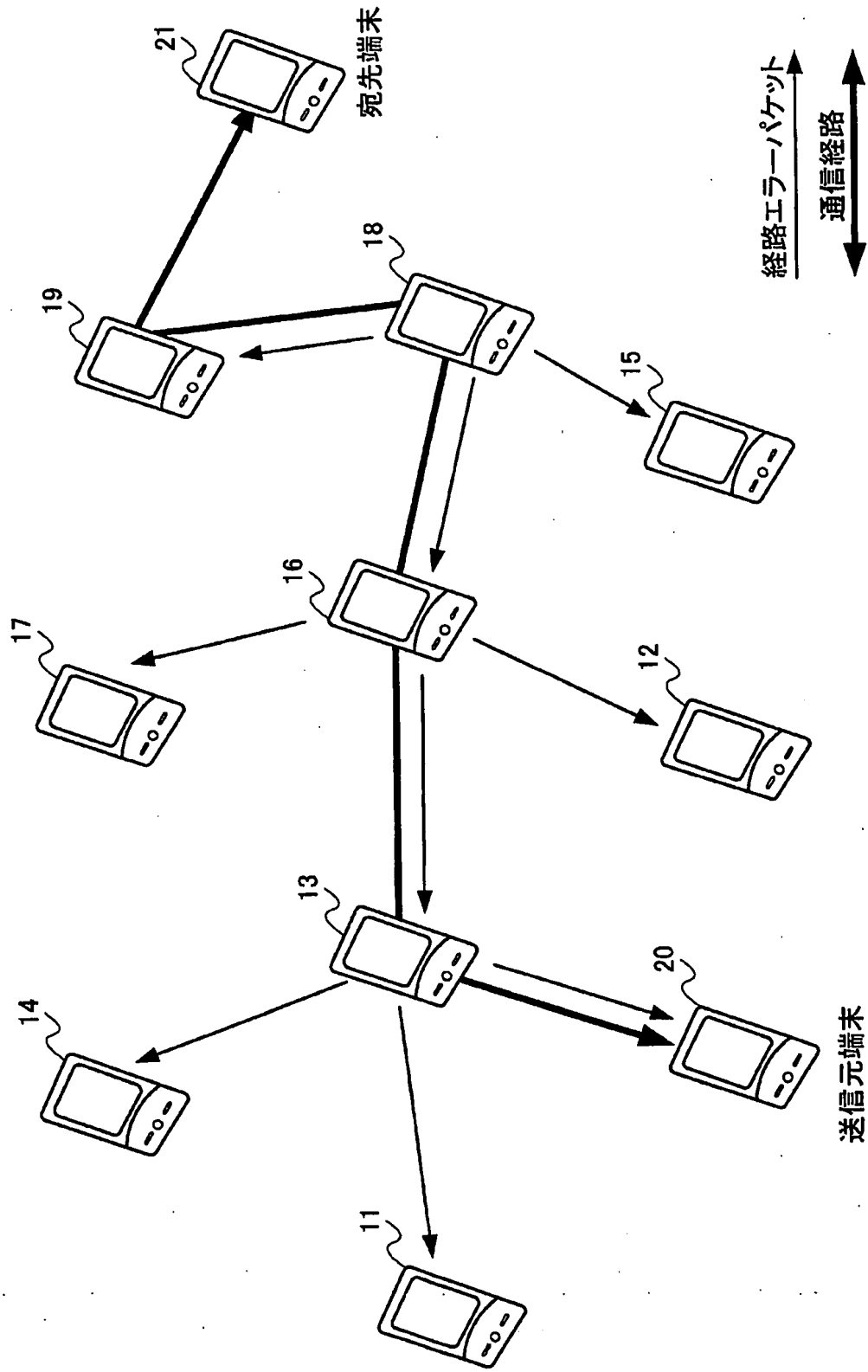
【図20】



【図 21】



【図 22】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 迅速な経路修復と最適な経路による通信の継続を同時に実現すること

。 【解決手段】 無線受信部103は、サーキュレータ102を介して送受信アンテナ101で受信されたパケットデータを含む無線信号を受信する。また、無線受信部103は、通信相手からの信号の電界強度の低下からアドホックネットワークが切断を検出する。無線送信部104は、経路検索パケット、経路応答パケット等を含む無線信号を、サーキュレータ102を介して送受信アンテナ101から送信する。制御部105は、アドホックネットワークが切断された場合、宛先の無線アドホック端末に経路検索パケットを送信する経路修復の処理とともに、送信元の無線アドホック端末に経路断を通知する経路再構築処理を行う。

【選択図】 図1

特願2005-039447

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏名

松下電器産業株式会社